



TITLE:

ヒメアメンボの棲息密度と移動-動物集團についての観察と考察-(
Dissertation_全文)

AUTHOR(S):

森下, 正明

CITATION:

森下, 正明. ヒメアメンボの棲息密度と移動-動物集團についての観察と考察-. 京都大学, 1950, 理学博士

ISSUE DATE:

1950-11-04

URL:

<https://doi.org/10.14989/192795>

RIGHT:

京都大學理學部
動物學教室・大津臨湖實驗所
生理・生態學研究業績

第65號

ヒメアメンボの棲息密度と移動
— 動物集團についての觀察と考察 —

森下 正明



1950年3月

正 誤 表

頁	行	誤	正
1	10	消へて	消えて
18	23	二つの種類体の	二つの種類の体の
21	脚註1. 3行	多少密接	多少と密接
22	第1表	<div style="display: flex; justify-content: space-around;"> BaCcBdBe </div> <div style="display: flex; justify-content: space-around;"> 127.533 </div> <div style="display: flex; justify-content: space-around;"> ++++ </div> <div style="display: flex; justify-content: space-around;"> ++++ </div> <div style="display: flex; justify-content: space-around;"> ++-+ </div> <div style="display: flex; justify-content: space-around;"> +--- </div>	<div style="display: flex; justify-content: space-around;"> BaCcBdBe </div> <div style="display: flex; justify-content: space-around;"> 127.533 </div> <div style="display: flex; justify-content: space-around;"> +++- </div> <div style="display: flex; justify-content: space-around;"> +++- </div> <div style="display: flex; justify-content: space-around;"> +-+- </div> <div style="display: flex; justify-content: space-around;"> ---- </div>
25	脚註 7行	California	California
29	24	一寸とした	一寸した
34	7	眺はす	賑はす
"	14	ユリカ科	ユスリカ科
36	第2表第4欄	10.5	11.0
46	13	同じように消えて	同じように現はれ同じように消えて
47	23	個体数の化と	個体数の変化と
48	10	對する個体—によつて	對する個体数—によつて
53	第6表 8行	3.30 14.30 晴	3.30 14.30 曇
55	8	その池の部分	その他の部分
60	26	一日で	一目で
68	7	第二型	第II型
75	11	章	節
"	19	不可能であつたし	不可能であつたし
"	20	も調べる	を調べる
92	23	短距離内の分布間隔の頻度	短距離内の運動個体の頻度が示す率の方が同じ距離内の分布間隔の頻度
100	2	第10回	第9回
115	2	一地域全体	一地域全体
127	15	地域	地域
130	18	distribution	distribution
131	脚註 1行	第1回	第1回
137	4	群のを	群を
143	15	同じ環境條件では優占順位	同じ環境條件では同じ優占順位

森下正明 : ヒメアメンボの棲息密度と移動
正誤表 (追加)

頁	行	誤	正																														
8	21	円池の	円形の																														
9	14	とりた立て	とり立てて																														
"	22	長さに約6米	長さは約6米																														
10	19	Cd 池	Cb 池																														
20	20	小さすぎ	小さすぎ																														
27	9	地域	地域																														
33	2	また	まだ																														
"	脚註1.5行	} <i>Gerris remigis</i>	<u><i>Gerris remigis</i></u>																														
37	" 1行																																
"	" 4行	かなり	かなり																														
45	" 1行	いくらか含まれ	いくらか含まれ																														
54	8	第三型	第三型																														
55	11	まちがつて	またちがつて																														
54	4	當るもの見る	當るものと見る																														
"	24	見られであらうが	見られるであらうが																														
66	14	標識をつて	標識をつけて																														
67	14	えらぶといた	えらぶといつた																														
74	2	一地域	一密度地域																														
81	17	い場合	いふ場合																														
85	2	几面の	几個の																														
86	1	全測数	全測定数																														
"	3	(分散分布 ¹⁾ の	(分散分布 ¹⁾ の																														
91	1	太線	太破線																														
98	1	あるであらう	あるであらう																														
99	8	21~139	22~139																														
103	10	これを	これら																														
111	14	<i>Gerris</i> sp.	<u><i>Gerris</i> sp.</u>																														
113	8	小集団と比べた場合	小集団と小池毎の集団とを比べた場合																														
115	4	他の池と密度関係	他の池との密度関係																														
116	2	一つづの	一つづつの																														
120	7	Logistic	logistic																														
125	1	Voûle	Voûte																														
137	脚註2	LaMant	LaMont																														
"	"	contagiously	Contagiously																														
143	13	25cm ²	(25cm) ²																														
144	5	1.25cm ²	(1.25cm) ²																														
"	第19表	0.27 = χ^2	0.29 = χ^2																														
146	第21表	<table><tr><td>0</td><td>0.6</td><td>0</td><td>0.2</td></tr><tr><td>0</td><td>0.6</td><td>0</td><td>0.6</td></tr><tr><td>2.4</td><td>2.8</td><td>0.8</td><td>1.2</td></tr><tr><td>2.0</td><td>4.0</td><td>1.2</td><td>3.2</td></tr><tr><td>0</td><td>2.0</td><td>0.4</td><td>2.2</td></tr></table>	0	0.6	0	0.2	0	0.6	0	0.6	2.4	2.8	0.8	1.2	2.0	4.0	1.2	3.2	0	2.0	0.4	2.2	<table><tr><td>0 ~ 0.6</td><td>0 ~ 0.2</td></tr><tr><td>0 ~ 0.6</td><td>0 ~ 0.6</td></tr><tr><td>2.4 ~ 2.8</td><td>0.8 ~ 1.2</td></tr><tr><td>2.0 ~ 4.0</td><td>1.2 ~ 3.2</td></tr><tr><td>0 ~ 2.0</td><td>0.4 ~ 2.2</td></tr></table>	0 ~ 0.6	0 ~ 0.2	0 ~ 0.6	0 ~ 0.6	2.4 ~ 2.8	0.8 ~ 1.2	2.0 ~ 4.0	1.2 ~ 3.2	0 ~ 2.0	0.4 ~ 2.2
0	0.6	0	0.2																														
0	0.6	0	0.6																														
2.4	2.8	0.8	1.2																														
2.0	4.0	1.2	3.2																														
0	2.0	0.4	2.2																														
0 ~ 0.6	0 ~ 0.2																																
0 ~ 0.6	0 ~ 0.6																																
2.4 ~ 2.8	0.8 ~ 1.2																																
2.0 ~ 4.0	1.2 ~ 3.2																																
0 ~ 2.0	0.4 ~ 2.2																																

ヒメアメンボの棲息密度と移動*

— 動物集團についての觀察と考察 —

森下 正明

目 次

まへがき	3
第 一 部	
I. 觀察場所	6
II. 水面生活者社会	13
III. アメンボ類の活動, 春の出現状態	33
IV. 越冬アメンボが池から消 ^え て行く状態	42
V. ヒメアメンボ棲息密度の池による相違 (密度变化の型の分類)	48
VI. 一池内の部分による出現状態の相違 (部分集團の独立性)	59
VII. 定住性	69
1. ヒメアメンボの池から池への移動	69
2. 一つの池の中での移動	75
附. ナミアメンボの定住性	95
VIII. ヒメアメンボ集團員の交替 (密度保持の機構)	96
1. 総個体数消長と標識個体数消長との関係	96
2. 消失個体数及び新出個体数の計算	98
3. 各池の新出, 消失数	101
4. 消失個体の行方	106
5. 集團員交替に関係する他の諸要因	107
IX. 結 び	111

水面社会におけるヒメアメンボの地位, 重複的棲み分け (P.111)
—— 集団の自律性, 最高密度と経済密度の関係 (P.113) —— 集
団の独立性 (P.115) —— 集団の最小単位 (P.117) —— 集団の
自律性の内部機構 (P.118) —— 実験室集団と野外集団の相違 (P.120)

Ⅹ. 要 約 126

第 二 部

1° 分布の集中と定住性の吟味 130

2° 分布の集中が, 特定場所 (好適棲息場所) に對するものか,
または社会性によるものかについての問題 133

3° 交尾による分布の集中についての吟味 136

4° 分布間隔頻度確率の式とその適用 140

5° 新出数, 消失数の計算値の吟味 145

6° その他

(1) 複合同位社会 147

(2) 重複的棲み分けと順位ある同位社会 148

まへがき

アメンボといふ昆虫は、昆虫の中でもかなり特殊な生活様式をもつたものといへる。それは他の昆虫のように平生は空中を自在にとびまはつたり、地面をはいまはつたりはあまりしないで、ただ水面といふ限られた場所を、その主な生活場所として一生を送つてゐるのである。いたる所の池や沼の面はアメンボの活動舞台であるし、溪流の縁のよどみや、海の上でさへも、われわれはその仲間を見ることができる。芦などの陰の小波一つない静かな水の面に、肢の先で僅かの凹みをつけてちつと静止してゐる影やあちこちですいすいと軽やかに滑走してゐる優美な姿は、誰にとつても幼い時からの懐かしい馴染であるにちがひないのである。私もこれから述べようとする仕事のために、池のほとりに立つてあらためてアメンボの群を観察しながら、この蟲には肢が4本しかないのだと思ひこんでゐた少年の日や、その頃よく遊んだ田舎の蓮池の景色などを、楽しい氣持を以つて思ひ浮べたものである。

ところで私がアメンボを観察しようとした目的は、アメンボを材料として、一つの動物集団の中の密度の変化と、集団員の移動分散との間にはどのような相互の關係が見られるかといふことを調べるためであつた。たとへば一つの池にアメンボが多く集まってくるとする。無限に多くの個体がこの集団に加はれないものとすれば、ある所で密度の増加が止むにちがひない。もしそのような密度の増如停止が見られるものとすれば、それはどのような内部機構を通じて行はれるものであるか、それに對して個体の動きはどのような働きをしてゐるものであるか、われわれはこれらを見ることによつて、自然における動物集団の持つ性質内容の一部を掴み取ることができであらう。それは動物における人口問題として生物社会の構造機能の理解のためにも、先づ明らかにする必要がある基本的問題の一つであるし、またもし應用的に見るとしても、害益動物の移動分散原理の問題

として無視できない重要性をもつものと考えられる。従つて私はアメンボを材料としたけれども、それは必ずしもアメンボだけに限定される問題ではなかつた。ただアメンボの場合は、さきにのべたように、水面といふ一つの平面の上を主な活動の場所としてゐる点からいつて、棲息場所の條件が割合に簡單であるし、それに小さい池にもかなり多くの個体数がすみ、しかもその個々の動きも比較的容易に觀察できるといった点で、私の目的に對する手近の材料としては、誠にうつてつけの種類と考えられたのである。

私がこの觀察を行つたのは1937年の春であつた。その時の觀察といふのは、色々の事情のために、極めて短い期間の間に、しかもかなり制限された余裕でいつて行つたものであつたために、種々の点で不満足な所が多く、機会さえあればむつと觀察を続け、資料を補つて行きたいと望んでゐた。特に集團の形成維持における經濟關係については、それが最も基本的な問題の一つであるのに拘はらず、この時の觀察では殆んど手をふれることができなかったからである。しかし遺憾ながら再觀察の機にも恵まれず、その中に觀察場所の様子も大分變つてしまつて、私は新しい資料を、その上追加できないままで今日にいたつた。だが野外集團の棲息密度維持の機構を個体の動きを通して見ようといふこの種の試みは、少なくとも量的研究としてはその當時のみならず、現在にいたつてもまだどの國でも殆んど行はれてゐない状態であるから、たとひ不満足な点はあるつても、動物生態學におけるこの方面の新しい道の一つを拓くことになれば幸と考へ、ここにこの觀察結果を發表することにした。

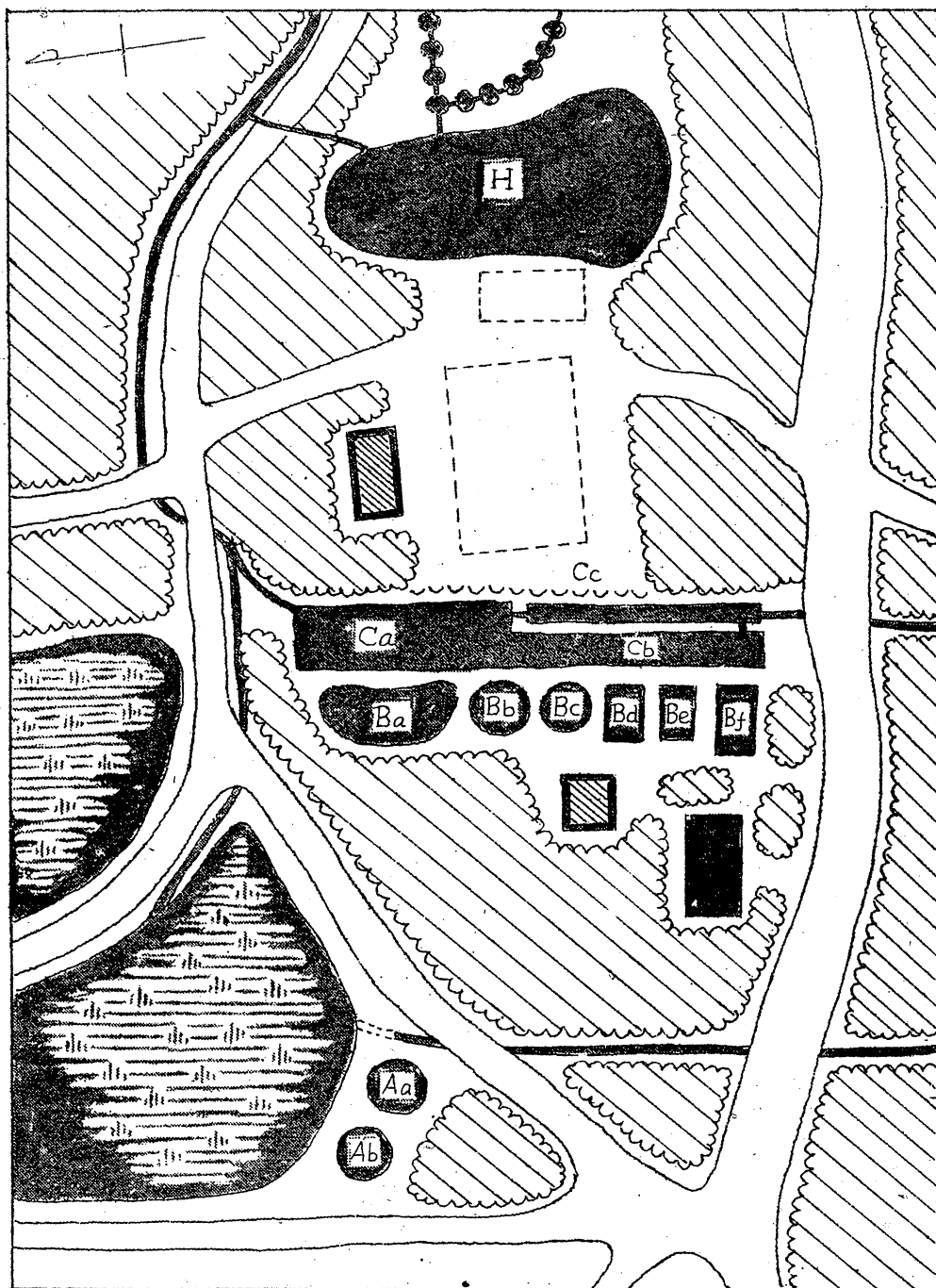
なほ本篇は最初1937年に書き、1942年になつて説明を多くし新しい文献をつけ加へて書きあらためたものであるが、その中での数学的吟味の足りない点や、その時以後の生態學の進歩による知見を更に補ふために、1949年新らしく第二部を末尾につけ加へて、1942年に書いた部分をそのまま第一部とした。したがつて、全体としてみれば、第一部は本文に當り、第二部はその補註に當ると思はしてよい。

まへがきを終るに當り、本篇原稿を校閲され、その発表をすすめられた宮地教授並びに京大動物学教室員諸氏、及びこの研究に際して種々有益な御注意を頂いた當時の京大農学部春川教授並びに昆虫学研究室員諸氏に對して、心から御禮申上げる。なほこれが印刷の運びになつたのは可兒藤吉君遺稿整理委員會の一方ならぬ御配慮の賜である。ここに同委員會に對して厚く御禮申上げる。また戰時中及び戰後の長期間に亘つてこの原稿を預つて頂いた梅棹忠夫君及び資料を保存して頂いた昆虫学研究室に對しても、また深く謝意を表する次第である。

第一部

I. 観察場所

私の仕事場は京都大学の附属植物園であつた。この植物園は小さいながらも、いろいろな樹種の木立があり、芝生や砂山もあつて、自然の一つの雛型をつくつてゐる。ミツマタやハナズオウ、あるひはハコベやオオイヌノフグリの花の開く春には、蝶の姿が舞ひ、蜜蜂やヒゲナガバチの唸りが軟かい空気を震はせる。夏は一日中アブラゼミやニイニイゼミの聲が喧しく、アキニレなどの樹液に集まるカブトムシやミヤマクワガタを求めて、子供たちが嬉々と走りまはつてゐるのである。そこにはまたいくつかの池がある。大きいのは長さ40米からあり、アシやその他の色々の植物が植えられてゐるけれども、残された廣い水域にはヒキガヘルのおたまじやくしの美事な行列の群泳が、毎年の春の楽しみを與へてくれるし、小さい池はまた直径1米たらず位のものまであつて、やはり池毎に色々の植物が植えられ、水面近くをイトトンボが弱々しく飛んだり、水底から蜉蝣の幼虫がひらひらと遊び上つたりしてゐる。そのような多くの水面は大ていアメンボ類の活動舞台であつた。春のはじめのまだうすら寒い頃には、あちらの小池に2匹、こちらの大池の縁に1匹といった具合に僅かの数が、それもほんの一部分の池にだけ見つかるにすぎないけれども、段々と暖くなるにつれ、恐ろしくその数を増して、しまひには小さい水瓶の中にまで進出してくるものさへ現はれるのである。私の仕事からいへば、それら植物園全体としてのアメンボの数の増減は何とかして知りたかつたし、それに印しをつけた個体の行方を見るためからいつても、そのような池や水溜りを悉く調べる必要があつたけれども、實際問題としてそれを一人で短時間の間にやつてのけるのは殆んど不可能なことであつた。特にさきに挙げた大池などになると、岸辺の茂みの中にゐる数などは一寸やそつとでは到底判らないし、また池の真中にゐるものでも、今度は離れた岸から



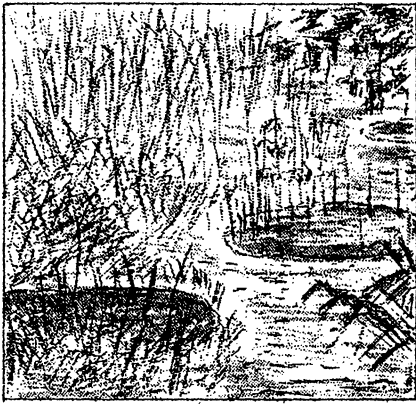
第1圖 觀察場所

その数を読まなければならないために、先づ正確を期することは難しかったのである。それで私は植物園全体を調べるといふことは諦めて、とにかく園内中央部の十数個の割合に小さく観察し易い池だけを選び、その中のものだけは間違ひなく調べることにして一應満足しなければならなかった。それらの十数個の池の関係位置や大きさは第1図に示す通りであつて、その中のBa, Bb, Bc, Bd, Be, Bf, Ca, Cb, Ccの9個は図ですぐ判るようにならなうて小さい空地につくられ、更にAa, Abが15米ばかり西側に離れて別の一団となり、反対側に大きなH池が一ヶだけ独立してゐる。9個の池のある空地の東側、Ca, Cc池の縁は0.5米ばかりの段になつてゐて、その一段高い平坦面がH池までつづいてをり、その中間に実験用のセメント製の水田が2個設けられてゐる。Aa, Abの2個はシュロ木立の中にあり、図で見るとすぐ北側の大池に接してゐるようだけれども、実際は大池の縁には丈高いヨシの茂みがあつて、2個の池との間をへだててゐる垣になつてゐた。なほ図で斜線をほどこした部分は全部喬木の木立が、または灌木の茂みである。

さて、これらの池の内部の状態には、やはりどこかそれぞれちがつた所があり、それらの違ひがアメンボの集まり方や棲息密度に關係する可能性もあるので、やや煩雜にわたるけれども、以下において一應池毎の状態の記述をして置かう。

Aa池及びAb池(第2図)

両池ともはい同じ大きさの円池の池である(直径Aa池1.8米, Ab池1.6米)。深さは両方とも20糎乃至30糎であつて、水位は高く、岸はゆるやかな傾斜を以て水面に接してゐる。岸には一部分雜草が生えてゐる所もあるが、大体水際は土が裸のまま出てゐる。このように岸の傾斜や草の生え方を問題にするのは、アメンボが池から外へ出る場合を考へてのことであつて、水際の傾斜がゆるく、しかも邪魔物がなければ、はひ上るにせよ、あるひは水面を蹴つてぴよんと岸の上へ飛び上るにせよ、割合に楽



Ab池(左) Aa池(右)

第 2 図

察と池から外へ出ることが出来るのである。なほ、岸边に草が生ひ茂つてゐる場合は、その下陰がアメンボの休み場所になるといふ点でも、アメンボの生活に関係が生じてくる。

この二つの池の中、Aa池には3月から4月上旬にかけて、マコモの枯莖が数本池の底に見られ、4月中旬になつてからは、この草の若い莖が多数芽生えてきたけれども、4月

16日にそれは全部園丁によつて抜き取られてしまつた。植物園管理上行ふこの種の作業は、われわれ観察者にとつてかへつて都合のいいこともあれば、一面また甚だ具合の悪い結果になることもあるのであるが、今の場合はとりたてで著しい影響をうけたといふ程のことみなさうであつた。Ab池の方は、池の中央にマコモの莖がはじめから澤山密生し、水面といつてはその周圍に廣くもない幅で環狀に残されてゐるだけであつたが、その環狀の水面にさへ、同じ草の莖がぼつぼつとかなり多く頭をつき出してゐて、アメンボが自由に滑走しようとするば、すぐあちこちの莖にぶつつかるといつた有様で、アメンボの生活にとつてはあまり都合のよさそうな状況ではなかつた。

Ba池 (第3図)

この池はやや梯形に近い形をしてゐて、その底辺の長さは約6米である。水面は地表から約20糎低く、水際はかなり急傾斜になつてゐる。特にCa池との境になつてゐる岸の部分は傾斜が強く、殆んど垂直に近い位である。岸边の急傾斜の部分には一帯に禾本科や十字花科の雑草がよく茂つてゐて、場所によつてはかなり水面におほひかぶさつてゐた。池の中は、5月になるまでは挺水植物も頭を抜き出さなかつたので、アメンボの活



Ba池(左)及びCa池(右)

第 3 図

にならんである共に円形の池である。但しBb池の方が少し大きい(Bb池の直径2.3米、Bc池直径1.6米)。両方共池の中央にマコモが密生してゐる点はAb池と同じであつて、水面はやはり環狀にその周囲に残されてゐるだけである。水際には雑草がよく生ひ茂つてゐた。

Bd池及びBe池(第4図)

縦2米、横1.5米のセメントでつくられた矩形の池であつて、内部の壁面は垂直になつてゐる。両方ともマコモが多少植えられ、水面にはウキクサがかなり浮んでゐた。

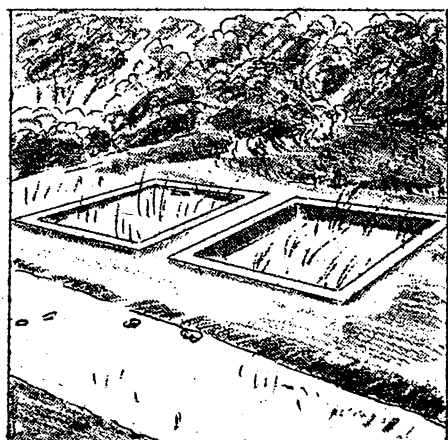
Bd池は地下を通る管によつてCa池と連絡してゐて、それを通じて水が自然に補給されるようになってゐるが、Be池の方はそのような補給路がつけられてゐないため、時々Bd池より水を汲んでは蒸発による水位の低下を防いでゐた。水位は池の壁の上端から測つて、Bd池のなで約15厘米下方にあり、Be池の方は壁の上端近くまで絶えず水を張るようになってゐた。なほ今までのべた他の池でも、水の補給は地下を通る管によつて大池やCa池から自然に行はれるようになってゐたのである。

Bf池

動に對する邪魔物は何もなかつたのであるが、その代りアメンボが一休みする場合のよりかかりになるものも池の中には未だ見つかからない譯であつた。なほ、この池では、3月の終り頃下等藻類が多数繁殖して水面は綠色を呈してゐたが、4月に入つてからはそれも消失してしまつた。

Bb池及びBc池

Ba池から南側にBb、Bcの順序



Bd池(右) Be池(左) 手前は
Cb池

第 4 図

Be池の隣りに地面を掘ってつくられた矩形の池であつて、大きさは縦3米、横1.6米ある。ところがこの池は、水面の大部分にフサモがざつりりと繁つてゐて、アメンボの活動に障害を與へてゐるばかりか、私が觀察するに當つても、これが邪魔になつて数の数へ方が不正確になるので、この池から得た資料は仕事の結果には用ひないことにした。

Ca池、Cb池及びCc池(第5、6図)

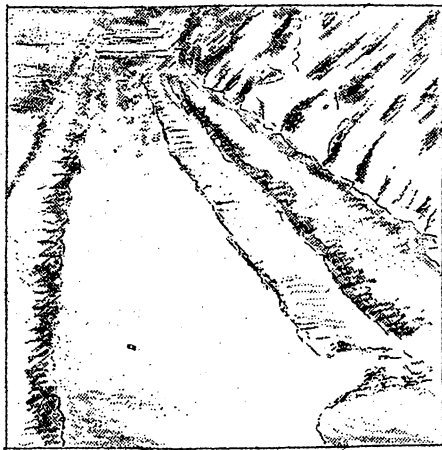
Ca池、Cb池と名前は別につけたけれども、実はこの二つは連続してゐて一つの池と見てもよいのである。しかしCaとCbをくらべると、Caの方は幅もずっと廣く(第1図参照)、深さも大分深くなつてゐて、大分状態がちがふので、境こそないが一應別々の池として取扱ふことにした。

Ca池の方は觀察期間中を通じて、水面から挺き出たり、浮んだりしてゐる植物はほんの僅かしか見られなかつたが、Cb池の方では細長い池の中程の所に蓮の枯茎や枯葉が底にかなり横たはり、深さが浅いため(5~10 糎)、それらの一部分は水面にまで達してゐた。岸の状態特に水際の傾斜や、岸から水面までの深さ、草のしげり方などは、ここで細かに説明するよりも、むしろ寫眞で見て頂きたい。大体からいって、Cb池の方がCa池よりも岸もゆるく、その高さも低く、おまけに草も僅かしか生えてゐなくて、アメンボが外へ出るのには具合がよさそうな状況であつた。Cc池は幅50糎ばかりのうねでCb池と境されてゐるだけであるが、水位はCb池よりも少し低く、池の両端の部分に、Ca池及びCb池からそれぞれ細い流れで以つて、水が流れおちてきてゐる。



Ca 池

第 5 図



Cb池(左)及びCc池(右)

第 6 図

東岸はCa池の東岸から続いてゐる50程ばかりの高さの石垣で、その間から所々草が水面にたれ下り、特に南端の部分は小さい灌木が蔽ひかゝつて暗い陰をつくつてゐた。

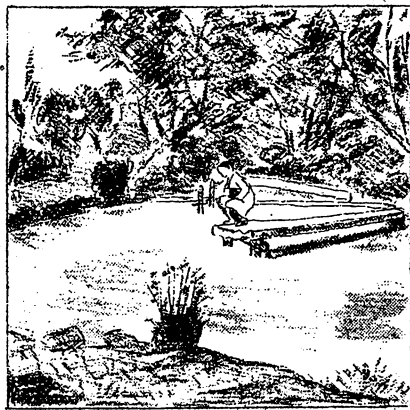
H 池 (第7図a, b)

第1図で見るとほり、幾分瓢箪形をしてゐて、長径が約16米ある。池の南側及び東側の大部分は、岸辺が石塊できづかれてゐるが、他の部分は土のまま水に接してゐる。しかし後の部分の水際にはかなり雑草が茂つて



H 池 (東岸より)

第7a図



H 池 (南岸より)

第7b図

みた。岸近い水面、特に南側の水面にはかなり藨植物の残片が浮んでみた。これらは前年の夏しげつてみた挺水植物の名残りであつて、この観察を行つてゐる3月4月には、これらの植物はまだ殆んど新らしい茎を水面上にはのばしてゐなかつたのである。

II. 水面生活者社會

さて、観察場所の様子も一通り判つたから、これからいよいよ本題に入ることになる譯であるが、その前にこれらの池の水面に生活してゐる動物全体について、一通りの叙述をしておきたい。それは生活空間を同じくしてゐる点からいつて、何等かの面でアメンボ類の生活に関係を持つてゐるのであらうし、またアメンボといつても1種類だけではないから、それぞれの種類が池の水面生活者の中でどのような位置を占めてゐるかを見ておくのは、棲息密度の問題を含めた意味での生活の理解にとつて、差當り必要なことと思はれるからである。尤もこの問題にあまり深入りするのには、本文の主題から大分かけ離れることにもなるし、また私自身にもそれだけ充分な資料の持ち合せがないので、ここでは極く概括的に述べるだけで許されたいと思ふ。

大体水面生活者といふものは極めて特殊な存在とも考へられる。それは空氣を呼吸してゐるけれども地上生活者ではないし、そうかといつてももちろん水中生活者の仲間でもない。空を飛ぶ能力は具へてゐても空中生活者に入れる譯にも行かないし、要するに水面生活者は水面生活者といふ特殊生活者であるとしておかなければならないであらう。ところがこの特殊生活者は、一面すべての空間にその行動領域を擴張できるといふ点でもまた特殊なのである。個々の種類については多少の例外もあるけれども、水面生活者の行動空間は單に水面に止まらず、空を飛ぶこともできれば、陸の上にはひよることもでき、更に水の中にもぐるものさへかなり見出される。それはいはば、本據を水面におきながら、そこから出発して

水陸空の三界にまたがる生活をしてゐる中間的存在ともいへるのである。ところで系統的に見れば、水面生活者、——といっても主に昆虫類であるが——、ははじめから水面生活者ではない。それは陸の上の生活者であつたものが水の上に進出し、その生活に適應する形態をとつたものだといはれてゐる。¹⁾ してみると彼等が現在地上や空中にまでその活動領域をひろげてゐるといふのも、それは進出ではなくて、むしろ陸上生活時代の名残りをまだその生活に止めてゐるものと見る事ができる。さらに一步つき進んだものは、タガメやミズカマキリ、あるひはゲンゴロウのように幼虫のみならず成虫までも水面から中へもぐりこんでしまつた。しかし水面生活者たちは水面といふ特殊空間に止まつて、陸上の生物からは脅やかされること少なく、水中の生存競争にもあまり加はらずに、²⁾ ただ時々必要に應じて水陸空の空間を利用してゐるのである。しかし水面といふものが、もともと水と空氣との間の界面的存在にすぎず、それ自体としては、水中や陸上のような独立性のある内容をもたない以上、水面生活者といつてもその生活のあらゆる営みを、水面だけでははじめから終りまで繼續することができないのもまた當然であつて、ここに水面生活者が一面陸上との縁をにちきれず、また一面水中への進出を試みる一つの理由があらうと思はれる。この意味において、水面生活者のもつ特殊性も、さきにいつたように陸上生活者³⁾

1) たとへば Osborn, H. The habits of insects as a factor in classification. Ann. Ent. Soc. America. Vol. 1, 1908, pp. 70-84.

Ward, H.B. & G. Ch. Whipple. Fresh-water Biology. New York, 1918. pp. 876-880.

高橋良一。アメンボ類の觀察及水棲半翅類の水中生活の起原。動物学雑誌。第32巻。大正9年。16~20頁。等参照。

2) 尤もこの仲間には、ミズスマシのように幼虫時代は水中生活を送るものも見られる。

3) ここでいふ陸上生活者とは、單に地上生活者のみならず、空中生活者をも含めた意味のものである。

と水中生活者との間の中間的存在としての特殊性であり、あるいは両者の生活の触れ合ふ所に生活する界面的存在としての特殊性であるともいへるであらう。

このような特殊的存在である水面生活者が、特に水面を主要な生活空間とし、活動時間の多くをここに費やしてゐるといふのは、いふまでもなく、水面が彼等にとっての食物獲得の場所であり、また交尾や、^{*}場合によつてはその合間合間の休養の場所として、その生活に密接に結びついてゐるからに外ならない。しかし食物獲得といった所で、單なる界面的存在にすぎない水面は、それ自体としては陸上や水中に對比されるような生産性を持つてゐないから、水面生活者の食物となるものも自ら水中にもぐつて求めるのでなければ必然的に他の世界からもたらされるものに限定されてくる。それは多く水面に落下した陸棲昆虫類である。また時としては羽化するために浮き上つた水棲昆虫類である。後者は別として、前者の多くは陸棲動物にとって獲得困難な食物であつて、水面生活者は他の利用しない水面といふ空間の利用者であるとともに、またそれに附屬したこれら残された食物の利用者でもある譯である。といふよりはむしろそのような利用されない資源があつたればこそ、水面生活者は水面に進出したものと考えることができよう。しかもこれらの資源といふのが、今のべたように多く昆虫類などの小動物であることは、水面生活者としての資格をもつものは、ただ肉食動物だけであるといふ結果をも招いてきてゐるのである。このことは、他の空間の生活者に對して、水面

-
- 1) Riley は北米産アメンボの一種 *Gerris remigis* が、水面を流れる小形の果実に口吻を入れて、その液を吸収してゐたといふ觀察を行つてゐる。^{*}しかしこれはむしろ例外的な場合に屬するであらう。

* Riley, C. Food of aquatic Hemiptera. Science, XLVIII, pp. 545-547. 1918.

生活者を全体として特徴づける、著しい特色であると考え。一つの池の水面生活者全体を、一般の用語に従って一つの群聚 (Community) と呼ぶことができるにしても、それは陸上や水中の群聚のように、他に依存することの少ない、機能的にもまとまりのある独立性をもった群聚ではなくて、他の群聚からのおこぼれの上に成立してゐる。いはゞ寄生者的群聚であるともいへる。群聚の空間的位置からいつても、それは水中をも含めた池全体の群聚中の、最上層の空間位置を占めるものとも見做されるし、また陸地の方から見れば、下層の地表生活を送る小動物の社会の、單なる水平的な延長として、その中に一緒に含ませることもできる。ここにも水面生活者の界面的存在としての性格が示されてゐるのである。要するに水面生活者社会は、一つの群聚としての構造はもつてゐるとしても、それは全体社会¹⁾としての群聚ではなく、その中の一つの社会層としての地域共同体である。今西氏に従へば、これは一つの同位複合社会²⁾と呼ぶことができる。

ところで、私の観察したこの同位複合社会はどのような種類の動物から成り立ってゐたか。その主なものはアメンボ類 (*Gerridae* spp.), イトアメンボ (*Hydrometra albolineata* Scott), オホミズスマシ

1) 今西錦司. 生物の世界. 弘文堂. 昭和16年. 142頁。

2) 今西氏によれば、生存のために同じ要求をもつ同じ生活形の種類同士は、相對立することによつて、同じ地域内では生活できず、地域的に棲み分けを行ふ。これら棲み分けを行ふ種同士は、その棲み分けを介して相互補足的に一つの同位社会をつくつてゐる。一つの地域には、それぞれちがつた同位社会に属する種がより集まつて社会をつくる。これが同位複合社会である。ただし類縁も非常に遠く、生活形も甚だ異なつた種類同士（たとへば哺乳類と昆虫類）は、同じ地域の中でも、ちがつた社会層としての、別々の同位複合社会を形作る。この点で一つの同位複合社会は、やはり一つの生活形共同体である（今西錦司. 生物の世界. 76~140頁）。

(*Dineutus orientalis* MODEER)である。¹⁾ アメンボ類には4種類が見られた。すなはち、ナミアメンボ²⁾ (*Aquarius palludum* FABRICIUS), ヒメアメンボ (*Gerris lacustris* LINNÉ), *Gerris* sp., 及び遂に捕へることができなかつたために、確実とはいへないけれども、恐らくオホアメンボ (*Aquarius elongatus* UHLER) にちがひないと思はれる1種である。これらすべての動物を通じて、一番個体数が多かつたのはヒメアメンボ、イトアメンボ、ナミアメンボであつて、特にヒメアメンボはどびぬけて優勢であり、前に最盛期には少し廣い水面ならいたる所に姿をあらはすといつたのも主にこの種類であつた。オホミズスマシはH池やCa池などの少し大きな池に少数棲んでゐただけであり、*Gerris* sp. もほんの僅かヒメアメンボに混つて遊戯してゐたにすぎなかつた。オホアメンボにいたつては、H池やその他の大池で時折1頭か2頭その雄大な滑走ぶりを見るに止つたのである。

一つの生物同位複合社会を構成する種の存在様式は、同位社会の中で見られるような内容的に相容れない種同士の明確な棲み分け的なものどちがつて、むしろ空間的には相互混在的な存在を示すものであると今西氏によつて考へられてゐる。³⁾ それは同位複合社会、特に動物の同位複合社

1) なほこのほか、走蜘蛛の一種が池にすみ、時折水面を馳せまた水中にむぐつてゐたが、これはむしろ汀の動物と認められるので、一應水面生活者の仲間から除外しておく。

2) 標準和名はアメンボ(江崎悌三、日本昆蟲図鑑、昭和7年、1648頁)であるが、一般アメンボ類との混同をさけるため、ここでは特にナミアメンボと呼ぶことにする。なほ、アメンボ類の種名は、江崎博士の同定による。ここに同定の労をとられた同博士の御厚意に厚く御禮を申上げる次第である。

3) 今西錦司、生物の世界、122~124頁。

会の成立が、食ふものと食はれるものとの共存に出發してゐる¹⁾といふ考へから來る必然的の歸結でもあつた。ところで一つの池の中の水面生活者たちの生活場所を實際に見てみると、池全体としては確かに混在的なものといへるかもしれないけれども、その生活場所の空間的あるひは地域的關係は必ずしも無秩序な混在とはいへないものがあつた。先づ個体数の多い種類だけについていへば、イトアメンボ類の活動場所は主として池の岸に接した水面に限られてゐる。特にH池南岸の石囲ひのすぐ傍の水面に、この一寸みるとナナフシの子供のようにも思はれる細長い纖弱な奇妙な小動物が群をなしてよちよち歩きまはつてゐるのを見ることができる。それは陸の上を歩くのとちつとも変らない歩き方で、一体この蟲には水も陸も區別がないのかと少し変な氣がする程である。イトアメンボの群につづいてヒメアメンボの集団が見られる。この集団の活動空間は、イトアメンボの空間よりも太分池の中の方にまではり出してをり、イトアメンボの利用しない地域を利用してゐる訳であるが、ただ岸邊の方では必ずしもイトアメンボとはつきりと境を分つてゐるといふのではなく、イトアメンボの集団の中にヒメアメンボはいくらでも侵入してゐる。従つてこの点だけからいへば、イトアメンボの活動空間はヒメアメンボの空間の一部に包容されてゐると見做してもよい位である。しかし岸の僅かな凹みや草の茂った狭い水面になると、もうそこはイトアメンボの独り舞台であつて、ヒメアメンボはもうこもうとすればもうこめないことはないと思はれるのに、より自由な廣い空間を求めてここには殆んど立ち入らうとはしないのである。このような空間利用の仕方の相違は、主としてこの二つの種類¹⁾体の大きさと、運動性の大きさのちがひに説明を求めることができるであらう。纖弱な運動性の鈍いイトアメンボは狭い小さい空間でも充分利用價值を見出すのに對して、優れた滑走者であるヒメ

1) 今西錦司。生物の世界。130～131頁。

アメンボはもつと廣々とした空間を要求する。しかしそれだけではまだイトアメンボの群が何故池の中央まで大挙して踏み入れないのかといふ点の説明にはならない。それに對しては、イトアメンボが本來物陰に近い岸边を好むといふ風にも考へられるし、また岸を少し遠く離れるとヒメアメンボの最も盛んな活動空間に入りこむことになり、安んじて食物を求めることもできないのだとも考へられよう。實際の所、ヒメアメンボはイトアメンボの群の中に傍若無人に滑走してきて、その群を攪乱することができるけれども、逆にイトアメンボの方はヒメアメンボに對して殆んど何等の影響も與へることができないように見えるのである。所がこれと同じ關係が、またヒメアメンボとナミアメンボとの間にも見られる。ヒメアメンボはさきにいつた通り、かなり岸から離れた所にまで活動領域を擴げてはゐるが、それは大体2米以内の程度であつて、それからさきは、ほんの僅かの個体が時々滑り出る位のものである。従つてH池や、それ以上大きな池では、中央部に廣大な空間が残される訳であるが、ここにナミアメンボの群が悠々と遊びする。もちろんナミアメンボも、岸近いヒメの群中に突進してくることは屢々あり、また場所によつてはヒメの群の中で続けて活動してゐるものも見られるが、一般的に云つて、この2種の間の空間分割は、ヒメ對イトの場合よりも、重なり合ひの程度が少なく、もう少し明瞭に行はれてゐる。これはヒメがナミの領域に入ることを特に著しく避けるためといふよりは、むしろ後者の行動に對する前者集團の抵抗が、ヒメ對イトの場合よりも、ずっと大きいために起るものと思はれる。たとへば、中央にナミが殆んどゐない場合でも、ヒメの集團はやはり池の周辺部にだけ止まつてゐるし、また逆にヒメの集團の存在しない所では、ナミはもつと岸近くまで遊び領域を擴げてゐる傾向がうかがはれる。更に個体の行動を見てゐても、この2種がぶつつかると、大急ぎで先づ逃げだすのは、もちろん体重の点で3分の1位¹⁾しかないヒメの方であるが、ナミの側でもやはりかなりの影響を

1) ナミアメンボの体重凡そ雌50mg, 雄30mgに對して、ヒメアメンボは雌15~17mg, 雄10~12mgである。

うけて、方向をかへることが多いのである。

水面分割に一役買ふものとしては、更にオホアメンボと思はれる一種が登場する。この種類は、前にものべた通り時折大池に1~2頭出現するだけであつて、植物園内の水面生活者社会では先づ大して重要な存在ではないといへるけれども、一度これが現はれると、流石堂々たるその姿は、たとひ1頭でもあたりの群小アメンボを圧するばかりである。大体大池のナミアメンボにした所で、廣い空間を占有しながらも、その集合状態はヒメアメンボにくらべてはるかに疎らであり、また個体数もずっと少ないのが普通であるが、それでもその群の少レ大きなのを見ると、さながらその池全体を支配する主人公といった感じがする。ところがオホアメンボになると、H池程度の大きさの池では、1頭あるだけでも大して廣すぎるとは思はれない位であつて、もし3頭か4頭あれば、見た眼にも少し窮屈な感じがするにちがひないのである。この種類がH池に現はれた時は、大ていナミアメンボがすでにかなり多く遊弋してゐる時であつて、自然オホアメンボは池の中央でナミの群と混じる形になつてゐた。しかしそれも空間支配といふ観点から見れば、丁度ヒメアメンボがイトアメンボを自分の支配する生活空間の中に包容し、またナミがヒメを包容してゐると見られるのと同じように、オホアメンボはナミアメンボを自分の生活空間に包容してゐると見ることができたのである。ただオホアメンボが自分だけに残された空地をもつためには、H池はあまりにも狭^いすぎ、その故にこそこの君臨者はほんの一日現はれただけで次の日にはもう姿を消すといったように、この池で永續できなかつたのではないかと考へられる。しかし私は小池群の北側に隣る大池で2頭のこのアメンボが2~3日続けて遊弋してゐたのを4月中旬観察したことがある。そこにはナミアメンボの壯大な群が一す目には池を蔽はんばかりに広がつてゐて、それぞれの個体が勝手な方向に滑つては止り、止つてはまた方角をかへて滑る風景は、誠にあきない美事な眺めであつたが、それでもよくみると中央部あたりには、

相當空いた水面が残されてゐて、そこにこの2頭のオホアメンボがかなりの間隔を以つて、悠揚せまらない長大な滑走ぶりを見せてゐたのである。そこで私は、オホアメンボとナミアメンボの間の地域的關係は、やはりナミ對ヒメの關係と本質的に同じであることを、深く考へさせられたのであつた。

イトアメンボからオホアメンボまでの種類の系列が、池辺から池心部まで順次優占的な棲み場所をちがへてゐるといふことは、さきにも一寸のべた通り、体の大きさと行動力とに關係し、その大きなもの程大きな空間を要求する¹⁾といつたことに基いてゐるのであらう。すると池が小さくなればなるだけ、行動力の大きい、従つてまた大きな空間を要求する種類は、その中で満足して生活できないであらうといふことが當然考へられてもよいことになる。實際H池でのオホアメンボの滞在状態もそれをある程度まで示してゐるかのようであつた。しかし他の小池ではどうであらうか。今、私の觀察した池を水面面積²⁾の大きな順にならべ、ここにナミアメンボが3、4、5月を通じて繼續して活動した日数を比べてみると次の表のようになった。

この表から判るように、Be以下の小さな池では、もはやナミアメンボ

- 1) もちろん要求する空間の廣さの内容としては、要求する食物量の多少といふことが含まれてゐる。行動力の大小といふのも、探索を必要とする食物量の多少と密接に結びついてゐるであらう。一般的に見れば、体の大きなもの程多くの食物を要求し、従つてまた大きな行動力と広い地域とを要求するといつた關係が存在すると考へられる。
- 2) Ab, Bb, Bc 池などのように、池の中央に密生した草の茂みがあつて、水面を小さくしてゐる池では、環狀に残された實際の水面面積を用ひることにした。

第1表 池によるナミアメンボ滞在日数の相違

池の名称		H	Ca	Cb	Ba	Cc	Bd	Be	Aa	Bc	Ab	Bb
水面面積 (m ²)		90	21	12	12	7.5	3	3	2.5	0.8	0.5	0.5
滞 在 日 数	1日	+	+	+	+	+	+	+	—	—	—	—
	2日以上	+	+	+	+	+	+	+	—	—	—	—
	5日以上	+	+	+	+	+	+	+	—	—	—	—
	10日以上	+	+	+	+	—	—	—	—	—	—	—

は出現せず、Cc池位の大きさでは、最盛期に2日ばかりあらはれただけであつて、実際に継続して棲んだといへるのは21平方メートルのCa池以上の大きさの池である。Cb池のナミアメンボは、表ではやはり10日以上続けて現はれてゐるが、この池は前章でのべたようにCa池と連続してゐて、活動空間をこちらまで自由に広げることができたためと思はれる。またBd池はBe池と同じ大きさの小池であるのに拘はらず、案外5日以上もすんでゐたといふのは、この池ではセメント作りの垂直の壁をもつてゐて、しかも水面から壁の上面まで15厘も高距があるので、一旦ここに入りこんだナミアメンボは、簡単な牢獄に飛びこんだのと同じで、楽々とは外に出られないといふ事情があつたためであらう。なほ、ナミアメンボの定住の問題には、單に水面の大きさが直接關係するばかりでなく、その水面を間接に制限するヒメアメンボ集団の存在を考へなければならぬことは、さきにのべたことから明らかであるが、何れにした所で、ナミアメンボがあまり小さな池には住みつかないといふことだけははっきりしてゐる。所が、ヒメアメンボの方は、上の表に挙げた池では、とにかく何れも10日以上続けて姿を見せたことがあり、小さな池は大きな種類には無價値でも、体や行動力の小さい種類にとっては、充分利用價値を見出されることを示してゐるのである。ヒメとイトの關係も、恐らくこれと同じであるにちがひないが、この点については私はまだ実証するに足る資料を持つてゐない。ただあまり水面が小さくなりすぎると

ヒメアメンボも続けては棲まなくなることは確かである。

さて、ここで一度、今までのべてきた水面生活者たちの占有地域関係を簡単に要約してみよう。植物園の池の水面は4種類の水面生活者によって棲み分けられてゐる。イトアメンボの独占地域は岸边に接した水面、特に岸边の小さい凹みや草の間の狭小な空間がそうであり、ヒメアメンボはこれら狭小な空間を除いた岸边の部分、ナミアメンボは更に中央部、そしてオホアメンボは池心部に當る水面を、それぞれの優占地域にしてゐる。¹⁾ 但しこれは大きな池の場合であつて、池が少し小さいと、先づオホアメンボが棲むこともやめ、更に小さい池ではナミアメンボ、もつと小さな水溜りになればヒメアメンボといふ順序で、それぞれそこから姿を消してしまふ。それは結局、それぞれの種類の体の大きさ、行動力に従つて要求する所の空間の不足に基因すると認められるのである。所で、この棲み分けは、必ずしも嚴格にその境界が維持されてゐるといつたものではなく、大きい種類は池の縁辺部の小さい種類の集団の中に、いくらでもその活動領域をひろめることができるのであつて、それはいはば大きい種類の生活空間²⁾の一部に小さい種類の生活空間が包容され、小さい種類の空間の中には更に小さい種類の空間が包容されるといつた重複的なものである。

1) 尤もこれは割合に模式的に見た関係であつて、季節によつては、この中の一部分が欠除し、または甚だ微力になることがある。特に4月下旬になるまでは、イトアメンボは殆んど姿を見せず次章以下の観察の際の池の棲み分けは主として残り三者特にナミアメンボとヒメアメンボの間で行はれてゐた。

2) 大きい種類が、池の中央部のみならず縁辺部をも、自分の生活空間の中に取り入れてゐるといふことは、彼等の多くが岸边を夜間の休息所にしてゐることからも云へる所であつて、結局大きな種類も、岸から全然独立しては生活が困難であり、それがまた小から大への種類の行動力の相違に従つて、同心円的に中央に空間を残して行く原因の一つとして認められる。

が、しかも大きい種類は小さい種類の集団地域で、多少なりとも行動上の抵抗をうけ、現実的には後者によつて活動空間の制限をうけてゐるといふ所に、單なる重複に止まらない社会関係としての棲み分け現象が見られるのである。¹⁾ このような関係は全水面がヒメアメンボのような小さい種類で占められてゐるやや小さい池にも、その水面の廣さが大きい種類の要求に應ずるだけあれば、後者は屢々出現して小さい種類と入り混つて活動するけれども、しかもその混在は永續きしないといふ事実からも示されてゐる。そしてこの空間関係は、一つの地域の中での有蹄類の層とバツタの層といった、直接には相互非制約的な、社会層の相違に基づく重複関係でもなければ、また相互の生態的均等性の上に立つて棲み分けられてゐる、一が他を包容しない所の同位社会的²⁾、もしくは同位種関係から見た生物分布帯(Life Zone)³⁾的地域関係ともちがつてゐる。それは同一

1) 但しこれは主としてアメンボ科同士(オホアメンボ、ナミアメンボ、ヒメアメンボ)の間の関係であつて、これにくらべるとヒメアメンボ對イトアメンボの関係は、必ずしも後者集団の抵抗によつて、前者が活動空間の制限をうけてゐるとはいへないようである。

2) 今西錦司。生物の世界。112, 147頁。なほ脚註(16頁2)参照。

3) Imanishi, K. Mayflies from Japanese Torrents. IX. Life Forms and Life Zones of Mayfly Nymphs. I. Introduction. Ann. Zool. Jap. Vol. 17, No. 1. 1938, pp. 23~36.

Imanishi, K. Mayflies from Japanese Torrents. X. Life Forms and Life Zones of Mayfly Nymphs. II. Ecological Structure illustrated by Life Zone Arrangement Mem. Coll. Sci. Kyoto Imp. Univ. Ser. B, Vol. XVI, No. 1. 1941. pp. 1~35.

今西氏の見解を綜合すれば、同位社会的地域関係は即ち(次頁脚註※へ)

社会層に属しながらも順次に重複することによつてまた縄張り関係を生じてゐるといふ、一見矛盾した関係の上に立つた社会構造を示すものであるが、このような関係こそ、同位複合社会にはじめて見られる特有な社会関係の一つではないかと考へられるのである。尤も、私は同位複合社会が、すべてこのような関係の上に成立するものであるといふのではない、むしろ今西氏の考へ¹⁾のように、草食性のものと肉食性のものとの混在、あるひは同じ草食性や肉食性のものでも、食草や獲物の種類やその部分がちがふことによつて成立する共存、また同じ食物を取るにしても、その取り方や活動時間の相違による並存、こういった関係の上に立つ相互非對立的な地域的混在形式が、同位複合社会の基本構造をつくるものとして、より一般的な形式であらうといふことは、恐らく間違ひないであらうと考へる。ただ水面生活者社会において、そのような基本構造形式が、そのままあらはれてゐない、もしくはそのように見えるといふのは、今の場合この社会の特殊性が、あまりにも強く、そのまま表面に出すぎてゐるために外

※ 生物分布帯 (Life Zone) 的地域関係である。Life Zone は一つの同位社会 (Synusia) を棲み分ける種の分布帯の意味に用ひられてゐる。このような意味の Life Zone は、Merriam をはじめとし (Merriam, C. H. *Life Zones and Crop Zones of the United States*. U. S. Dep. Agr. Bull. No. 10. 1898, pp. 1-73) 其後 Grinnell 及び Storer (Grinnell, J. & T. I. Storer, *Animal Life in the Yosemite, California*. 1924) 其他一般の多くの人々によつて用ひられてゐる Life Zone とは、かなり内容を異にし、生物社会構造を分析することによつて、景觀を主とする地域分けの立場から、種を主体とする地域分けの立場へ移つたものといへる。

1) 今西 錦司, 生物の世界. 118~122 頁。

ならないと考へるのである。私はさきに、水面生活者社会の注意すべき特色として、それが肉食者だけによつて構成されてゐる社会である点を指摘しておいた。しかもその構成員が獲物として要求するものは、すべての者を通じて、水面に落下した昆虫類を主としてゐるのである。従つて、同じ同位複合社会とはいひながら、それは一般の陸上社会の場合とちがつて、構成員の間の、特に挙げるに足るだけの食性の相違もなく、また獲物の取り方や、活動時間についても、少なくともイトアメンボを除いたアメンボ類の間では、殆んどちがひが見られない。このような点で、それらはむしろ同位社会的存在に近いのであるが、ただ体の大きさや行動力が著しくちがふために、それらの種類同士は互に生活地位 (niche)¹⁾ を異にし、もしくは同じ生態的均等性を持たず、従つてまた同位社会を構成するものといへないのである。ところでこのような水面生活者社会の特殊性といふのも、実は一般同位複合社会にくらべて、全然かけはなれた形式であるといふのではなく、むしろ一般同位複合社会を構成する構成分子の中の、ある重要な部分が欠除したために生れた特殊性であるといふ点に、私は注意を拂ひたいのである。欠除した部分といふのは、即ち Key-industry²⁾ に相當する草食者仲間全部であり、しかも残された肉食者、即ち食性系列の上位者たちの中でも、類縁的に非常に近いアメンボ仲間だけが、今は問題にされてゐる。してみると、これは一般同位複合社会の中では、ごく一部の社会層に該當するものであり、しかもこの一部(あるひは一つ)の社会層だけが、水面といふ單純な一平面上に抜き出しておかれてゐる所に、今までのべた水面生活者社会の特殊性が認められた訳であつた。恐らく一般同位複合社会においても、その中の食性系列の同位者を取り出し、しかもその中の類縁的に近いものの地域關係を見れば、その間

1) Elton, C. Animal Ecology. London. 1927. p. 63.

2) Elton, C. Animal Ecology. p. 57.

にやはりアメンボで見られたと同じような重複的棲み分け——といつてよいであらう——の現象が認められるのではなからうか。ただ一般の場合には、食性系列の下位者と上位者が混在し、上位者の中でも、類縁的に近いものと遠いものとが一緒に生活してゐるために、アメンボ社会層に相當する一つの層が、実際には存在しながらも眼につき難く、従つてまた重複的棲み分けともいへるその地域関係も、今まで認められずにきたのではなからうか。私は以前に一本の樹上での蟻類同士の地域関係に、これに近い関係を觀察した。尤もそれは占有種型と非占有種型といふ、種類によつての群行動性の相違から引き起されたと思はれる地域関係ではあつた¹⁾が、それでも非占有種の地域利用が占有種の集團抵抗によつて妨げられ、両者の利用地域は重複しながらも、なほ後者の少ない地域に前者が多く集合する²⁾といった、一つの棲み分け的現象が起つてゐるのである。それはあるひは所謂社会性昆蟲として知られる蟻類社会だけの特殊な勢力争ひであつたのかも知れない。しかしたとひ見掛けの上であつても、それと水面生活者の場合との類似性には、私は大いに興味をひかれるのである。しかもその類似性といふのは、要するに同じ地域で同じ食物を要求する、近い類縁、相似た生活形の集團の間の関係として生じた類似性であつてみれば、それは單なる見掛けに止まらず、地域関係としてはむしろ本質的に同じ基礎の上に立つた類似性ではないであらうか。

私は今まで、水面生活者の間で見られる顯着な棲み分け関係をまづ取上げてきたため、残されたオホミツスマシなどの一二の昆蟲については全

1) 森下正明。樹上に於ける數種蟻類の相互關係に就いて。関西昆蟲学会會報、第9巻、第2号、昭和14年、22~42頁。

2) 森下正明。樹上に於けるクロヤマアリと他種の蟻との關係、昆蟲、第15巻、第1号、昭和16年、1~9頁。

然ふれないままでゐた。しかし水面同位複合社会は、これらをも含んだ上で成立してゐる以上、アメンボ類、イトアメンボの間の地域關係に對して、これらの昆蟲の生活空間はいかなる關係で結ばれてゐるかを、今こゝで一應たしかめる必要がある。

オホミヅスマシの生活空間¹⁾は、大体岸边に近い、ヒメアメンボの生活空間と重なつて存在するが、なほ一部のものはナミアメンボの独占空間である池の中程へも進出する。彼等は見た所、多くの場合排他的に地域を独占することもなく、またアメンボ類の地域を特に避けるといふこともない。この両者は、同じ食物を要求しながらも、類縁の相違と關聯した生活形の相違をもつことにより、同じ地域にすみながらも一應別の世界に立つてゐるように見える。²⁾それは丁度一般の同位複合社会において、たとひ食性系列の同位者でも、類縁が遠く、生活内容がちがへば地域的混在が許されるといふ場合と同じであつて、水面社会全体としては、近縁者間の地域的棲み分けとともに、遠縁者の地域的混在を含む所の、一般同位複合社会の同位者層に相當する層から成り立つてゐることを示してゐるといへるのである。尤もオホミヅスマシも、非常に数がふえ、明瞭な集團をつくるようになれば、彼等は自分自身の独占地域をもつことになるかもしれない。事實私は、オホミヅスマシの数が非常にふえた4月

1) こゝでいふのはもちろんアメンボ類の場合と同じく成蟲の生活空間である。幼蟲はいふまでもなく水中生活を送り、光熟すると岸により、水辺の植物などに登つて、その低い個所に土繭をつくり蛹化する。***

※ 荒正弘。オホミヅスマシの生活史について。昆蟲。第10巻。昭和11年。45~48頁。

*** 恒遠マキ。ミヅスマシ科2種の生活史。昆蟲。第10巻。昭和11年。302~312頁。

2) オホミヅスマシはまた、アメンボとちがつて屢々水中にももぐる。

16日に、H池の岸辺にそふヒメアメンボ集団の間にはさまれた約2米の長さの部分において14頭の個体が、あるひは浮んだ枯葉にとまり、あるひは活潑にくるくると舞ひ遊びでゐるのを観察したことがある。その部分は他の種の動物の入つてゐない、ミヅスマシだけの世界であつた。彼等は偶然ここに集まることになつたのであらうか。それとも、ヒメアメンボ集団からとり残された空間をえらんで集まつたのであらうか、更に他の動物、特にヒメアメンボがこの部分に現はれなかつたといふのは、ミヅスマシの円運動によつて行動が妨害されるのを避けたためではなかつたであらうか。もちろんこの日でも、池の他の部分ではヒメアメンボの群と混在するミヅスマシはかなり見ることができた。だから私は今の所、これらを何れとも断定できないけれども、恐らくミヅスマシとアメンボとの間でも、双方が多数の群をつくつた場合には、やはり相互排他的な地域の分割が行はれるようになるのではないかと想像してゐるのである。類縁、生活形の相違による地域的混在といつても、それは最初から劃然としたものではなく、量的な数のちがひを通して、質的な関係も自ら決定されてくるといったものではないであらうか。

ところで、残つてゐるもう一種類の昆虫、Gerris sp. の生活空間はどうであらう。この種類はヒメアメンボと同じ属に入れられてゐることからも判断されるように、形態的にも習性的にもヒメアメンボと大差なく、体の大きさまで両者はよく似てゐるのである。従つてこの二種類は生活形を同じうするといつてよく、今西氏の生物社会構造論¹⁾からいへば、両者は當然一つの同位社会にあつて地域を棲み分けるべき間柄である。所が實際においては、Gerris sp. はヒメアメンボの群と全然入り混つて生活してをり、さながらヒメアメンボの仲間の中の一才せした変り者と見てもよい位であつた。尤も Gerris sp. はヒメアメンボにくらべて甚だ数が少な

、所々のヒメアメンボ群の中に1~2匹、せいぜい2~3匹混つてゐる程度であつたから、これを以ては、この二つの群が完全に混合してゐるとはいへないかもしれない。あるひはまた、Gerris sp. が自分自身の地域を維持するためには、あまりにも数的に貧弱であるため、既に勢力を張つてゐるヒメアメンボ群中にまぎれこむ以外には、好適な場所での生活を営むことが困難であつたと考へられるかもしれぬ。更にまた彼等が植物園でこのように数的に貧弱であつたといふのは、彼等がヒメアメンボもしくは他の種類との間で、大きく地域をすみ分けてゐて、植物園はたまたまその生活の本拠から遠い、分布地域の縁辺部に相當してゐたためといふ事情が、あるひは關係してゐたのかもしれない。¹⁾ しかし何れによせ、ヒメアメンボ集団は、極く少数ではあるが Gerris sp. の混入を許してゐたといふことは事実であり、少なくとも植物園の池といふ小さい範囲だけを問題にする限り、この両者の間には、種對種としての地域分割は行はれてゐなかつたといふことは云へさうである。同じ生活形をもつものは同一地域に共存できないといふことが、かりに一般的事情であるとしても、場合によつては、生活形の同じであることが、かへつて彼等を混合し共存させる原因となる可能性も、あるひはこの事実から推定されはしないであらうか。

この章を終るに當つて、植物園の中での水面生活者社会の地域關係を、

-
- 1) たとへば垂直並びに水平的に地域をすみ分けてゐる二十八星瓢蟲と大二十八星瓢蟲でもその接合点では両者が幾分混在してゐる場合がある(高橋賢、昆蟲の分布に関する垂直的觀察、昆蟲世界、第24巻、大正9年、225~230頁)、その他にもこの種混在の例は多く挙げることができる。しかし Gerris sp. の分布地域が判然としない現在では、これを以て植物園内の混在を説明できるかどうかは疑問である。

もう一度簡単にまとめてみよう。水面生活者社会は一つの同位複合社会と認められるものであつた。しかし一般の同位複合社会とちがつて、この社会は食性系列の上位者だけから成る、いはば下部組織をもたない単一層的な同位複合社会であつた。この中にはミズスマシとアメンボといったような、同じ昆虫類ではあるが、かなり類縁や生活形を異にするものが含まれてをり、これら異生活形の種類同士は普通には地域的に混在し、相互に生活を営んでゐる。但しこれらとて、同一水面を利用し同一食物を求める関係上、双方が多数の集団をつくる場合には地域分割を行ふ可能性も認められたのである。これに對して、相似た生活形の種類同士であるアメンボ仲間では、体の大きさと行動力の大小に應じて、池の中央部から池辺部へと一應の地域分割が行はれてゐるが、これらは同時に大が小を包容する所の重複的棲み分けともいふべき関係であつた。但し同じ生活形のヒメアメンボと *Gerris sp.* とは、後者が甚だ少数ではあつたが、相混在し共存してゐたのである。

これらの関係の中からは、われわれはなほ解決すべき多くの問題が残されてゐるのを見ることが出来る。一般同位複合社会における近縁者間の重複的棲み分け関係、遠縁者の間の混合と地域分割に對する集団の役割、あるいは同一生活形の種類の間の棲み分けと混在の問題。その他われわれは生物社会構造の基礎的諸問題でありながら、未だ明らかにされてゐないものを、ここにいくつか見出すことが出来るであらう。同位複合社会といふ言葉自身も、まだその内容が明確にされてゐるといへず、見方によつてはその内容を狭くとも広くともできれば、また小さい範囲に限定もすることもできるのである。¹⁾ 生物社会の基本構造は、今西氏のすぐれた体系の中に一應示されてゐるとはいひながら、具体的な自然の個々の場合を、更に注意深く觀察することにより、われわれはなほ多くの事実から多

くの新しい考へを導き出すことができるであらうし、またそうすることによつてのみ、われわれは生物社会の構造機能の現実に対して、より一層理解を深めることができるにちがひないのである。

私はここでは、水面生活者社会の構造の形式的一面に僅かにふれることができたのであつた。われわれはなほ、一年の各季節を通じ、水面社会構成員の成長の各時期を通じて、その構造がいかに変化し、それぞれの種類の相互関係がいかに相違するかを見なければならぬであらうし、またそれらを通して水面社会が陸上社会や水中社会といかに結ばれてゐるかも明らかにしなければならないであらう。しかしはじめにのべたとほり、本篇全体の目的とする所は、さし當りこの種の社会構造論以外にある点からいへば、その主題に対する予備的叙述としての本章では、これ以上深入りしなくても一應許されるであらうと思はれる。

私は次章以下において、これらの水面生活者たちの中、主としてヒメアメンボ集団についての觀察をのべる積りであるが、この種類は植物園の水面生活者の中では、最も優勢な種類であつたばかりでなく、少なくとも小池では、たとひわづかの他種の混入があつたにせよ、比較的純粋な一種集団を形作つてゐた訳であるから、種社会内における集団の形成維持の機構を見ようとする私の意図からすれば、取扱ひにおいて甚だ好都合であつたといへるのである。

-
- 1) たとへば、溪流の一部分に集まつてゐる昆虫類全体は、魚類に対しての同位複合社会を形作つてゐると見ることができるが、また見方によつてはその中の蜉蝣類だけでも一つの同位複合社会と考えることができ、さらに蜉蝣類の中だけでもいくつかの同位複合社会を分つことができる。(Imanishi, K., Ann. Zool. Jap. Vol. 17, No. 1, 1938, pp. 23~36).

Ⅲ. アメンボ類の活動, 春の出現状態

植物園の池では、ヒメアメンボは春早くから姿をあらはす。まだ樹々の芽も充分のびず、寒い北風に身震ひする日も時としてあるけれども、天気さへよければ暖い陽射しに水もぬるむ3月中旬から下旬にかけて、それまでは朽葉だけより浮んでゐなかつた池の面上、1匹か2匹、ちつと静止してみたり、時々ちよいちよい滑つてみたりするその姿を見出すのである。これらは前年の秋から、多分陸の上の落葉の間から石の下、土塊の隙間などで冬を過してきたであらう越冬成虫である。¹⁾次第に暖さが増すにつれ、池に現はれるヒメアメンボの数も日増しにふえて、春もたけなはの4月中旬ともなれば、どの池ももはや押すな押すなの盛況となるが、それから後は青葉の茂るの

1) ヒメアメンボの越冬場所については、まだ確実には観察されてゐないが、多分上記のような場所と見て間違ひないと思はれる。Butler (1923)^{*}もこの種類 (*G. lacustris*) が地中で越冬するであらうと推定してゐる。なほナミアメンボの越冬場所としては、杉の皮下で見出されたといふ報告がある(鹿野, 1928)^{**}。他の種類のアメンボ、たとえば *Gerris remigis* では岸辺の材木の下や石の下その他で越冬するが報告されてをり (Bueno, 1917)^{***}。また漂積物や落葉の下などで越冬すると推定されてゐるものもある (Hoffman, 1924)^{****}。

* Butler, E. A. A Biology of the British Hemiptera-Heteroptera. 1923, p. 252.

** 鹿野忠雄。アメンボの越冬。昆虫。第3巻。昭和4年。51頁。

*** Bueno, de la Torre. Life-history and Habits of the Larger Waterstrider, *Gerris remigis* Say. Ent. News. Vol. 28, 1917. pp. 201~208.

**** Hoffman, W. E. The life-histories of three species of Gerrids. Ann. Ent. Soc. Amer. Vol. 17. 1924, pp. 419~430.

とは反對に、何時とはなしに段々と姿を消して行き、5月も終りの頃には殆んどその影も見なくなつてしまふ。それが交尾を終り産卵をすませた越冬成虫の最後である。しかしその姿が全然消え失せるよりも少し前、5月上旬頃から、彼等の産んだ卵から出た第1世代の若虫が、そのけし粒のような可愛い姿を水面にあらはしはじめ、日とともに成長して、6月に入ってから丁度親達が消え失せたその後をつぐように、一人前の姿となつて池面を眺^眺めはす。ナミアメンボの越冬成虫や第1世代の若虫についても、これと殆んど同じであるが、ただ越冬成虫がはじめて活動をはじめる時期がヒメアメンボより少しおくれ、3月下旬から4月にかけての頃に、漸くその最初の姿を見せる。

これらのアメンボの水の面での活動は、雌雄相重つて遊ぶものも屡々見られるけれども、専ら餌を求めて滑走するのが常態である。これらの池で、ヒメアメンボが捕へ、体液を吸収してゐた餌として私が観察したものは、水面に落ちたユリカ科(Chironomidae)成虫、カガンボ科(Tipulidae)成虫。あるひはその他の双翅類成虫や、ウンカ等の半翅類、または脈翅類の成虫などであつた。ナミアメンボについても同じように双翅類や積翅類の成虫を水面で捕食してゐるのを観察してゐる。しかしそれ以外の動物でも、もし水面に浮び、吻を挿入して体液を吸収できるものでありさへすれば、どんな種類でも食物とするであらうことは、北米の Gerris remigis や Gerris marginatus などで既に試されてゐ

1) Mitis (1937)* によると、Wien 近傍では、ヒメアメンボ、ナミアメンボも第1世代成虫は短翅型であるといふが、植物園では第1世代成虫も、越冬個体同様に長翅型であつた。

* Von Mitis, Heinz. Ökologie und Larvenentwicklung der mitteleuropäischen Gerris-Arten (Heteroptera). Zool. Jahrb. 69. Abt. f. Syst. S. 337-372. (1937).

る¹⁾のと恐らく同じと考へられる。卵は水中の植物に附着させて産むといはれてゐる²⁾が、残念ながら私はまだその現場を直接観察できないままである。

ヒメアメンボ、ナミアメンボともに、水面上の活動は、少なくとも3月4月の頃には周囲の明るい時刻の間に限られてゐて、夜ともなれば岸辺に辿りついて休み、あるひは水に浮ぶ植物やその破片にとりすがつて静止してゐる。尤も私が池々への深夜の見廻りの際、ひっそりと静まり返った暗い水面を懐中電燈の光で検分してゐると、この明るい光線で急に照らし出されたためか、驚いたように滑走をはじめ個体も中には見ることができた。しかしそのような水面上で休んでゐる個体のほかに、汀近くの岸に上つて夜をすごすものもいくらかいるにちがひないと私は思つてゐる。何故なら、晝間確かにゐた個体の中、夜いくら水面をさがしても見當らず、その癖翌朝はちやんともとの位置で滑走してゐるといふものにも何匹かぶつつかつたからである。

このように晝と夜とでアメンボの活動状態がまるで違ふとすると、その移り行きの時刻である朝や夕方の池上個体数も、晝間の個体数にくら

1) Riley, C. Food during Captivity of the Water-Striders, Gerris remigis Say and Gerris marginatus Say (Hem.). Ent. News. Vol. 33, pp. 86-88.

2) Butler, E. A., A Biology of the British Hemiptera-Heteroptera. London. 1923. p. 246.

孵化した若蟲は水中を泳ぎ、水面に達するとこれを破つて水上に出ることが Gerris sp. について観察されてゐる(高橋, 1920,* 1921**).

* 高橋良一. 前掲. 動物学雑誌. 第32巻. 10~20頁.

** 高橋良一. 「アメンボ」の若い幼蟲の水中の動作. 動物学雑誌.

第33巻. 大正10年. 35-36頁.

べでずつと少なくなつてゐる可能性がある。私の棲息密度調査は晝間の池上個体数について行つた訳であるが、毎日の調査時刻は色々な事情で必ずしも一定にできず、11時から17時30分までの範囲にわたつてややまちまちになつてゐるので、この間の時刻の相違によつて個体数が非常にちがつてゐるとすると、日々の調査数をすべて同格に取扱ふ訳に行かなくなるおそれがあつた。そこでこの程度の時刻の相違によつて、実際の池上個体数もどれ位ちがつてゐるかを調べてみると、その結果は第2表の

第2表 時刻のちがひによるヒメメンボ個体数の相違

観 察 日	観 察 時 刻	天 候	氣 温 (°C)	<i>Gerris lacustris</i> 個体数 (小池總計)
3月27日	11.00	薄曇	6.0	42
	15.00	晴	11.0	53
3.30	14.30	曇	11.0 10.5	53
	17.30	曇	8.5	44
4. 1	11.00	晴	15.5	65
	17.30	薄曇	14.0	72
4.10	11.00	晴	15.0	65*
	16.00	晴	15.0	72*

※ $C_a + C_b + C_c$ 池個体数

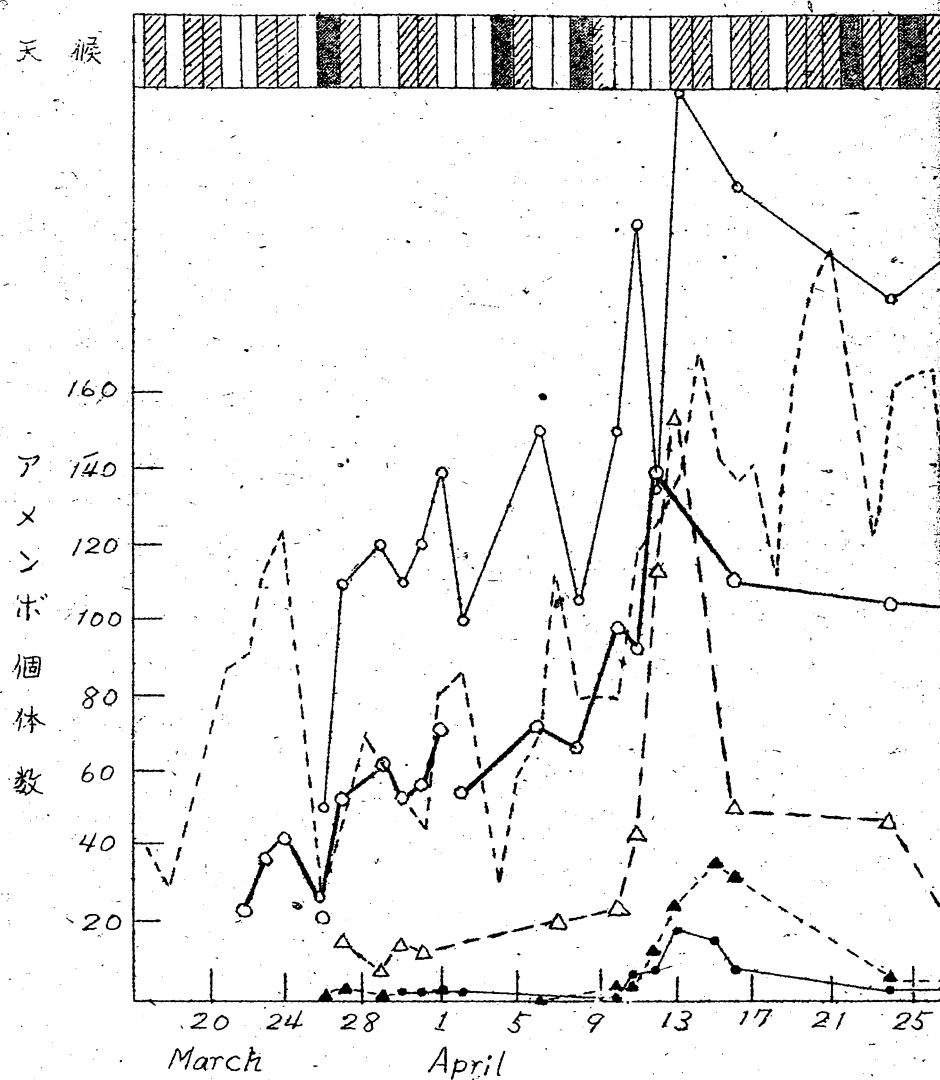
通りとなつた。これで見ると、この時刻の間でやはり少しはちがふようにも見えるけれども、そのちがひは大したものでもなく、またその少しのちがひといふのも、実は晝と夕方によるちがひといふよりは、むしろその時々天候や気温、もしくはその他の偶然的な事情が影響

してゐるらしく思はれるのである。¹⁾

さて、3月下旬より5月下旬までの間を通じて、2種のアメンボの越冬成虫が池の上にどのように増え、またどのように減つて行つたかを晝間の個体数によつて示すと、第8図の通りになつた。尤もこの図では、Aa池からCc池までの（但しBf池は除く）個体数を総計した数と、H池の数とだけを示したが、一つ一つの池についての個体数の消長は第3表によつて見て頂きたい。第8図から知られるように、ヒメ、ナミ両アメンボとも、3月より4月にかけての気温の急激な上昇につれて個体数を増してをり、4月12、13日頃（平均気温 13°C ～ 14°C 、最高気温 20°C 前後）になつて、特に顯著な大増加をしてゐる。しかしこれを頂点として以後は大体衰減の一路を辿り、5月の終りには、さきにものべた通り越冬成虫は殆んど姿を消してしまつてゐる。ところで、この曲線について注意しなければならないことは、これが越冬成虫の时期的な消長を示してゐるといふことは間違ひないにしても、一面においてその個体数の多少には、観察時の氣象條件の影響がかなりに織りこまれてゐるにちがひないといふことである。たとへば3月下旬から4月上旬にかけて、小池総計の個体数が観察時の気温の高低と割合によく平行した増減の仕方をしてゐることなどは、明らかにアメンボの池への現はれ方が、氣象状態の如何に應じてちがつてゐることを示してゐる。しかしそうかといつて山形の曲線全体の

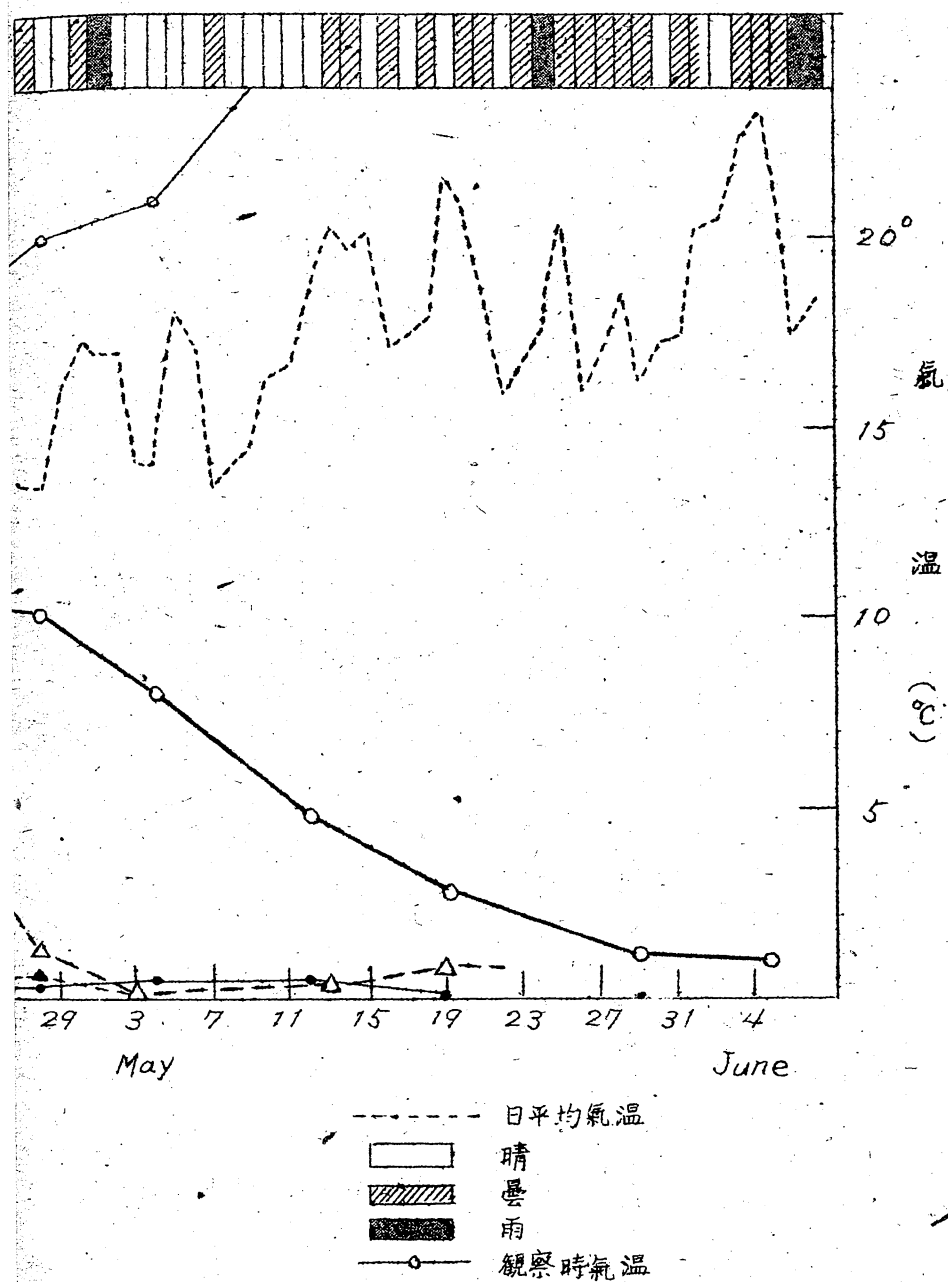
1) Gerris remigis について観察されてゐる所では、雨その他の悪天候時には、このアメンボは廣い水面を去つて、岸や岩や植物に体を密着させ、または物体の上により、あるひは隙間にもぐりこむ。天候が回復すると再びもとの水面に現はれるが、その現はれ方は個体によりまたその隠れ場所の如何により、かなりの遅速が認められる。（Riley, C. Responses of the Large Waterstrider, Gerris remigis Say, to Contact and Light. Ann. Ent. Soc. Amer., Vol. 14, pp. 231-289, 1921.）

天候



- ヒメアメンボ小池合計個体数
- △---△ ヒメアメンボ大池個体数
- ナミアメンボ小池合計個体数
- ▲---▲ ナミアメンボ大池個体数

第8圖 ヒメアメンボ及びナミ



アキシボ池上個体数の消長

第3表 各池におけるヒメアメンボ及びナミアメンボの消長

観 察 日	観 察 時 刻	観 察 時 の 天 候	観 察 時 の 氣 温	小 池																H池							
				Aa		Ab		Ba		Bb		Bc		Bd		Be		Ca		Cb		Cc		総計		G	A
				G	A	G	A	G	A	G	A	G	A	G	A	G	A	G	A	G	A	G	A	G	A		
3. 21 ^日	16.30 ^分	晴		4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
22	12.30	晴		3	1	2	0	0	0	4	0	0	1	0	8	0	3	0	22	0	-	-	-	-	-	-	-
23	11.00	薄曇	16.5	3	1	2	0	1	0	3	0	0	1	0	24	0	2	0	37	0	-	-	-	-	-	-	-
24	16.30	曇		7	1	5	0	0	0	1	0	1	3	0	24	0	1	0	43	0	-	-	-	-	-	-	-
26	12.00	小雪	5.0	7	0	0	0	0	0	4	0	0	1	0	14	0	1	0	27	0	-	-	-	-	-	-	-
27	15.00	晴	11.0	8	1	5	0	0	0	3	0	2	0	0	23	0	11	0	53	0	15	2	-	-	-	-	-
29	12.30	晴	12.0	7	1	8	0	1	0	6	0	2	0	1	25	0	12	0	62	1	7	1	-	-	-	-	-
30	14.30	曇	11.0	7	1	2	0	1	0	9	0	1	0	1	18	0	14	0	53	1	14	-	-	-	-	-	-
31	14.30	薄曇	12.0	4	1	2	0	0	0	10	0	1	0	1	21	0	18	0	57	1	12	-	-	-	-	-	-
4. 1	17.30	薄曇	14.0	4	1	5	0	0	0	9	0	1	0	0	29	0	23	0	42	0	-	2	-	-	-	-	-
2	17.00	晴	10.0	5	1	6	0	0	0	10	0	4	5	1	11	0	12	0	54	1	-	-	-	-	-	-	-
3	13.30	曇		5	1	-	-	-	-	-	-	3	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
6	16.00	薄曇	15.0	5	2	5	0	0	0	10	0	1	1	0	18	0	30	0	72	0	20	0	-	-	-	-	-
8	15.30	小雨	10.5	5	0	6	0	0	0	11	0	0	5	0	18	0	21	0	66	0	-	-	-	-	-	-	-
9	17.00	晴	9.5	5	0	9	1	-	-	-	-	-	6	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
10	16.00	晴	15.0	6	0	9	0	0	0	11	0	1	17	1	29	0	26	0	99	1	24	3	-	-	-	-	-
11	16.00	晴	20.5	4	0	10	0	0	0	11	0	1	9	3	31	1	27	1	93	5	43	3	-	-	-	-	-
12	17.00	晴	13.5	9	1	31	1	7	4	12	1	0	14	4	37	2	24	0	139	8	113	13	-	-	-	-	-
13	16.00	晴	24.0	-	-	-	2	-	-	-	-	5	-	8	-	3	-	6	-	19	154	25	-	-	-	-	-
15	16.30	曇		-	-	-	5	-	-	16	1	-	-	7	-	1	-	2	-	16	-	36	-	-	-	-	-
16	15.00	薄曇	21.5	11	6	3	1	5	6	13	1	2	13	3	26	2	27	0	112	7	50	32	-	-	-	-	-
24	15.00	曇	18.5	10	3	6	0	4	1	17	0	2	12	1	33	1	16	0	104	2	47	6	-	-	-	-	-
28	11.00	晴	20.0	12	6	9	0	3	5	10	0	2	19	2	23	1	13	0	102	3	12	5	-	-	-	-	-
5. 3	17.00	晴	18.0	-	-	-	0	-	-	-	0	-	-	0	-	0	-	0	-	0	1	1	-	-	-	-	-
4	14.30	晴	21.0	11	9	1	0	1	3	10	0	0	0	4	28	0	17	0	80	4	-	-	-	-	-	-	-
12	16.00	晴	26.0	2	5	2	0	0	0	0	0	0	2	4	25	0	12	0	48	4	3	0	-	-	-	-	-
19	14.30	晴	26.5	3	0	3	0	0	0	0	0	0	0	1	17	0	5	0	28	1	8	0	-	-	-	-	-
29	15.00	曇		0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	0	6	0	1	0	11	0	-	-	-	-	-	-	-

G ヒメアメンボ (*Gerris lacustris*)A ナミアメンボ (*Aquarius pallidum*)

— 人工移轉を行ふ

形がそのまま氣象の影響によつてつくり上げられたものでないことは、少なくとも氣温については、この形に應ずるような変化の仕方はしてゐない点や、また同じ氣温の下でも時期によつて個体数がずい分ちがふ点からも想像されるのである。要するにこの曲線は越冬したアメンボが冬眠より覺めて活動を開始し、次第にそれが出揃つてくる一方では斃れて行く個体も生じ、遂には全部が死滅するにいたるまでの、大略の数の変化を示してゐるものと考へられるのであつて、氣象條件の影響はその時々々の状態に應じて曲線に多少のふれを與へてゐるものと見ることができる。しかれこれ以外に、図を見てすぐに奇妙に思ふことは、小池総計とH池とでヒメアメンボの曲線の形が非常にちがつてゐることである。もちろんちがつてゐるとはいつた所で、3月下旬以後増加→極大→減少といふ経路をたどつてゐる点では同じであり、また極大の時期もほぼ一致してゐるけれども、全体としての山の形が、小池総計では割合にゆるやかにもち上つてゐるのに對して、H池では極大期に急にとびより、また急激に低落してゐるといふ相違があるのは何としても無視する訳には行かない。このちがひが氣象の影響によつてできたものでないことは、さきにのべたことから判るし、またこの二つの曲線が同じ時期、同じ氣象環境の下で見られたものであることから明らかであるが、それでは一体何によつてこのちがひがあらはれたのであらうか。これらのちがひに關係してゐると思はれる事柄は、片一方が大きな池一つからえがかれた曲線であり、他方は小さい池いくつかに出現した個体数の総計だといふ差異である。果してヒメアメンボの消長は、池毎に、もしくは池の大きさのちがひによつて、相違してゐるのであらうか。もしそうすると、それは一体何故であらうか。これらを解決するためには、一つづつの池の個体数曲線を吟味してみる必要があるが、それと共に池に現はれた個体の生存日数、雌雄の割合その他についても一通り確かめておくことが望ましい。ここでは先づ、基礎的な後者の問題から調べ、ついで池毎の個体数の比較にまで及んで

行きたいと思ふ。

IV. 越冬アメンボが池から消えて行く状態

それぞれのアメンボの生存日数、あるひは池から池への移動の状態を見るためには、一匹一匹の個体が區別できる標識が必要である。私はそのためにセルベットをアメンボ体の一部に塗ることにした。この塗料は塗り易いし、また一度つくと割合にとれ難いからである。標識をつける場所としては、虫体の前胸背と中脚、後脚の腿節をえらんだが、これらの部分に少しの塗料をぬづた位では、アメンボの行動にはいささかの妨げも生じなかつたし、また上から眺めてすぐ見分けがつくといふ便宜もあつた。なほ塗料は、赤、白、黄、緑の四色を用ひたが、これらの色と塗る部分との組合せを色々と変へることによつて、かなり多くの個体でも1匹1匹を易々と區別することができる。尤も實際に當つての遠距離からの見分けの容易さといふ点からいふと、白色が最も有効であつて、黄、赤がこれに次ぎ、緑色は注意すれば見のがすおそれはないにしても、少し暗い草陰などでは、眼を近づけないと確かに標識個体かどうか氣がかりになる場合があつた。印しをつける際は小形の浅い網を用ひ、アメンボを手早く掬ひ上げてその場で塗料をつけ、つけ終るとすぐもとの場所に放してやつた。アメンボを掬ふ際、手際が悪いと全群を攪乱し、後からの觀察に不都合を來すおそれもある訳であつたが、少し要領よくやりさへすれば、他のアメンボを殆んど驚かさずにすんだ。印しをつけられた個体は、再び放された瞬間だけ、大急ぎで逃げ出さうとするように滑走するが、それから後は他のものと全然同じで、食物を求めたり雌雄重なつて滑走したりして、自由な生を楽しんでゐるかのやうである。他のアメンボも標識個体に對して、特別の行動を示すこともなく、この程度の色彩の差異などは、アメンボの世界にとっては何等注意の對象にならないものやうであつた。しかし人間の眼からみると、これらの色つきアメンボは誠に不思議な存在であつた。あるものは滑走の度に、陽に輝く白い

奇妙な模様を、敏速な脚の運動に伴つて織り出して行く、あるものは宝玉のような赤い星を脊中に背負つて、さながら想像でつくり出された別世界の生物である。私はこれらの色とりどりのすばらしいアメンボたちが、心ない人々の好奇心をそそつて、捕はれの憂き目を見はしないであらうかと、少しばかり心配になつた位である。

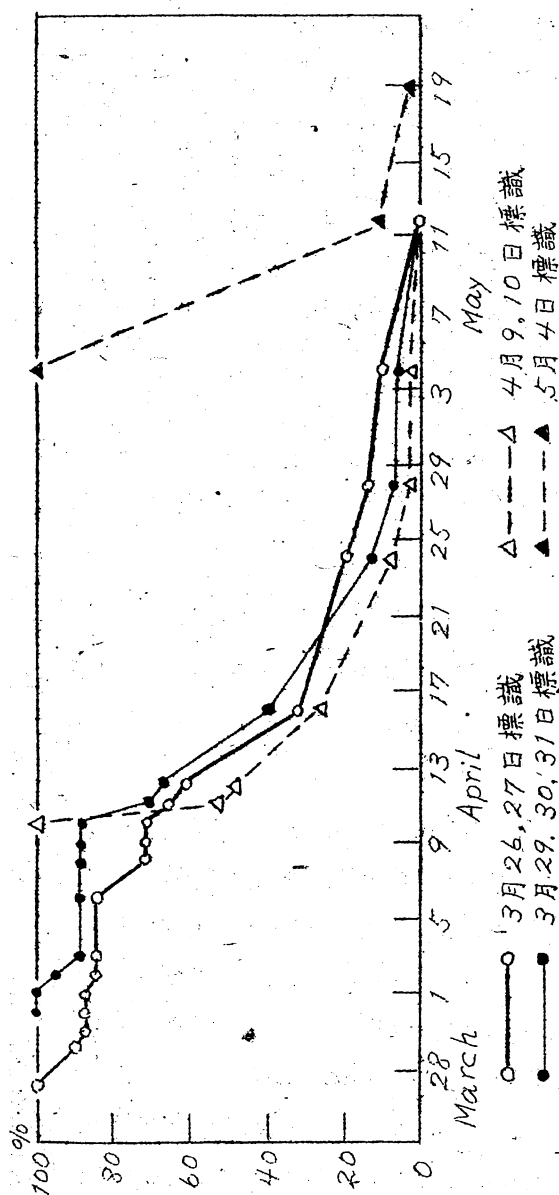
標識をはじめたのは3月26日、それから5月4日までの間に、Bf池のものを除いてヒメアメンボ154匹、ナミアメンボ32匹が私の戸籍簿に載つた。尤も池にあらはれたアメンボの中で印しがつけられなかつたものもかなり多い。毎日新らしくあらはれる個体全部にまでは、到底手が廻らなかつたからである。しかしそれでも後でのべる諸点についての、大体の様子を

第4表 標識個体数

種名	マーク日	Aa	Ab	Ba	Bb	Bd	Be	Ca	Cb	Cc	H	Bf	計
(Gemis lacustris) ヒメアメンボ	3月26日	7	—	—	—	4	—	—	—	—	—	—	11
	27	2	1	5	—	—	2	—	—	11	—	—	21
	29	—	—	—	1	3	—	—	11	—	—	—	15
	30	—	—	—	—	1	—	—	—	—	—	—	1
	31	—	—	—	—	—	—	—	17	—	—	—	17
	4. 9	1	—	9	—	—	—	6	—	—	—	9	25
	10	1	—	—	—	—	—	1	12	14	—	—	28
	11	—	—	—	—	—	—	—	—	—	9	—	9
	5. 4	11	9	1	—	—	—	—	15	—	—	—	36
	計	22	10	15	1	8	2	7	55	25	9	9	163
(Aequius pallidum) ナミアメンボ	3. 30	—	—	—	—	—	—	1	—	—	—	—	1
	4. 11	—	—	—	—	—	—	1	1	1	—	—	3
	13	—	—	2	—	—	—	9	3	6	2	—	22
	16	—	—	—	—	1	1	—	—	—	—	—	2
	5. 4	—	—	—	—	—	—	4	—	—	—	—	4
	計	0	0	2	0	1	1	15	4	7	2	0	32

知る上には差支へないと思はれる。標識の日と、その時々標識数はさきの表の通りである。

標識個体は日が続つにつれて次々と池から姿を消して行つた。の中には死んで行つたものもあらう。あるひは別の池へ移轉したものもかなりあるであらう。とにかくこれらを一緒に含めたものとしてヒメアメンボの消失状態を、最初の標識個体数に對する残存個体数の百分率で示すと第9図のようになる。この図で見ると相當多数の個体が10日以上もこれらの池に残つてゐたことになり、中には1ヶ月以上もここで生活をつづけてゐたもののあることも知ることができる。尤もこのことは第8図の越冬アメンボの曲線が5月の終りまで続いてゐることからも想像されるのであるが、今第9図を見ることによつて、少なくとも一部のアメンボは越冬個体の活動期間のはじめより終り近くまで引続いて活動してゐたことをここに確かめることができた訳である。なほヒメアメンボの春の活動開始が一挙に行はれるのではなく、季節の進むに従ひぼつぼつと冬眠より覺めて池の仲間に加はつて行つたことは第8図の山の形からも想像されるし、また次々と印しのつけてない個体が池に新らしく現はれてくることによつても知ることができるが、同じように池から姿を消すのも一匹一匹と漸次見えなくなつて行くのであることを第8図、第9図から知ることができるであらう。ところがここに一つ奇妙なのは標識個体の消失率が4月の中旬になると急に大きくなつてゐることであつて、第8図のこの時期を見てみると、成程個体数曲線は山の頂点をすぎ次第に減少期に入る所ではあるが、それにしても第9図に見る程の急な減少はしてゐないし、それによく見ると第9図の急減少は4月10日、11日といふ、個体数曲線がまだ上昇してゐる最中にすでに起つてゐるのである。これは一体どう説明をつけたならよいのであらうか。このように標識個体の消失率が、総個体数の減少と伴つてゐないといふことは、何も標識をつけたせいではないことは、それより以前の時期には、それほど標識個体が減少してゐない所か



第9図 標識個体の消失状態

らも判ることであつて、行動やその他の点からいつでも標識個体に特別の障害が與へられてゐるとは考へられないのである。それでは、あるひは雌雄の相違がこれに關係してはゐないであらうか。両者の何れかが他のものより早く活動を開始し、早く死滅するものとすれば、標識個体かこの性の個体を多く含んでゐた場合には、中途で急に消滅することもあり得ると考へられるのである。ところで標識個体の雌雄を調べてみると、それは第5表の通りになつた。

この表でみると、3月のヒメアメンボは一見含の方が少し多く、¹⁾ 4月

には早の方が多いように見える。しかし統計的にこの値を吟味してみ

1) 3月の標識個体の中には、雌雄の記録を行はなかつたものが、いくらか含まれてゐるので、これらを除いた残りについての性比である。

第 5 表 標識個体の性比

種 名	標 識 日	♀		♂		合計 個体数	平均 誤差 m
		個 体 数	%	個 体 数	%		
ヒメアメンボ (<i>Gerris lacustris</i>)	3月26日～3月31日	17	41.5	24	58.5	41	7.68
	4月9日～4月11日	38	61.3	24	38.7	62	6.19
	5月4日	18	50.0	18	50.0	36	8.33
	計	73	52.5	66	47.5	139	4.21
ナミアメンボ (<i>Aquarius pallidum</i>) 総計		12	41.4	17	58.6	29	9.16

ると、雌雄の理論比 50:50 からの偏差、即ち 3 月 8.5%、4 月 11.3%、5 月 0% の値は、何れも平均値の平均誤差の 3 倍以内であつて、これではどの場合も雌雄の数の割合にちがひがあるとはいへない。もちろん各月の標識個体全体（偏差 2.5%）についてもこの点は同じである。なほ、4 月の標識個体に、それまでに印しをつけられてゐたものの生き残りを加へて、その合計についての雌雄の比を見てみると、それは 48 (51.6%) : 45 (48.4%) となつて（平均誤差 5.18%）、やはり雌雄の比は 1:1 の割合である。同じように 5 月 4 日の標識個体とそれ迄の標識個体の生き残りを加へた合計についても、20 (52.6%) : 18 (47.4%)、平均誤差 8.1% で、雌雄の数のちがひはないと見てよい。してみると 3 月下旬、4 月、5 月上旬を通じて、ヒメアメンボの池上の個体の性比は、ほぼ 1:1 をずっと維持してゐると見られるのであつて、その池への出現は、雌雄どちらが早いといふこともなく、同じように消えて行くといはなければならぬことになつた。もちろんこの性比は標識個体だけについて調べたものであるが、標識は池上の任意の個体について行ひ特別の選擇を行つてゐない訳であるから、この割合は、池に現はれた越冬個体全体についてあてはまると考へてよいであらう。なほ同じようにナミアメンボの標識個体全体についても、

雌雄比は1:1であることが出来る。これから考えると、標識個体が4月中旬に急に消失するのは何も雌雄によるちがひから來たものではないといふことになる。

ところで、雌雄によるちがひ以外に、なほこの急消失について考へられることがある。それは雌雄を問はず、早く出現したものは早く壽命が盡きて先に消失するといったことがあるのかもしれず、また寒い時期に出現したものは、暖くなってからの氣候に對する適應が不充分で、そのため早く姿を消すといふことも一應ありそうだからである。しかし第9図を見ると、3月に印しをつけたものも、4月9、10日に印しをつけたものも、同じように4月中旬には急減してゐるのであつて、たとひ後者にはそれ以前からの出現者が幾分含まれてゐる可能性はあるにせよ、今いつた壽命一定説や、出現時期による生理的性質のちがひでは何としても説明しきれないものがあるのである。

要するに、第8、9図の示す所は、4月中旬にはヒメアメンボ群全体として個体数の大増加を來した。しかしそれにも拘はらず、今までゐた一部のアメンボは、この時期にいたつて急に姿を消してしまつたといふことである。そしてこの消失は氣象條件の不適さによるものでないことはもとより、雌雄の性質の相違に基くものでもないことになつた。してみると、この消失は、單に消失個体の側からのみ取り上げるべきでなく、むしろ全体の個体数増加と結び合つた、群としての内部的事情の變化の中に、その原因が見出されるのではないかと考へられるのである。これを確かめるためにはわれわれは、一つづつの池のアメンボ群について、その個体数の^{變化}と、それに伴ふ諸種の條件の變化をとりあへず吟味する必要にせまられる。そしてこの吟味は、同時にさきの池毎の消長狀態の相違如何といふ問題に對して解答を與へることにもなるであらう。

V. ヒメアメンボ棲息密度の増減 が池によつて相違すること

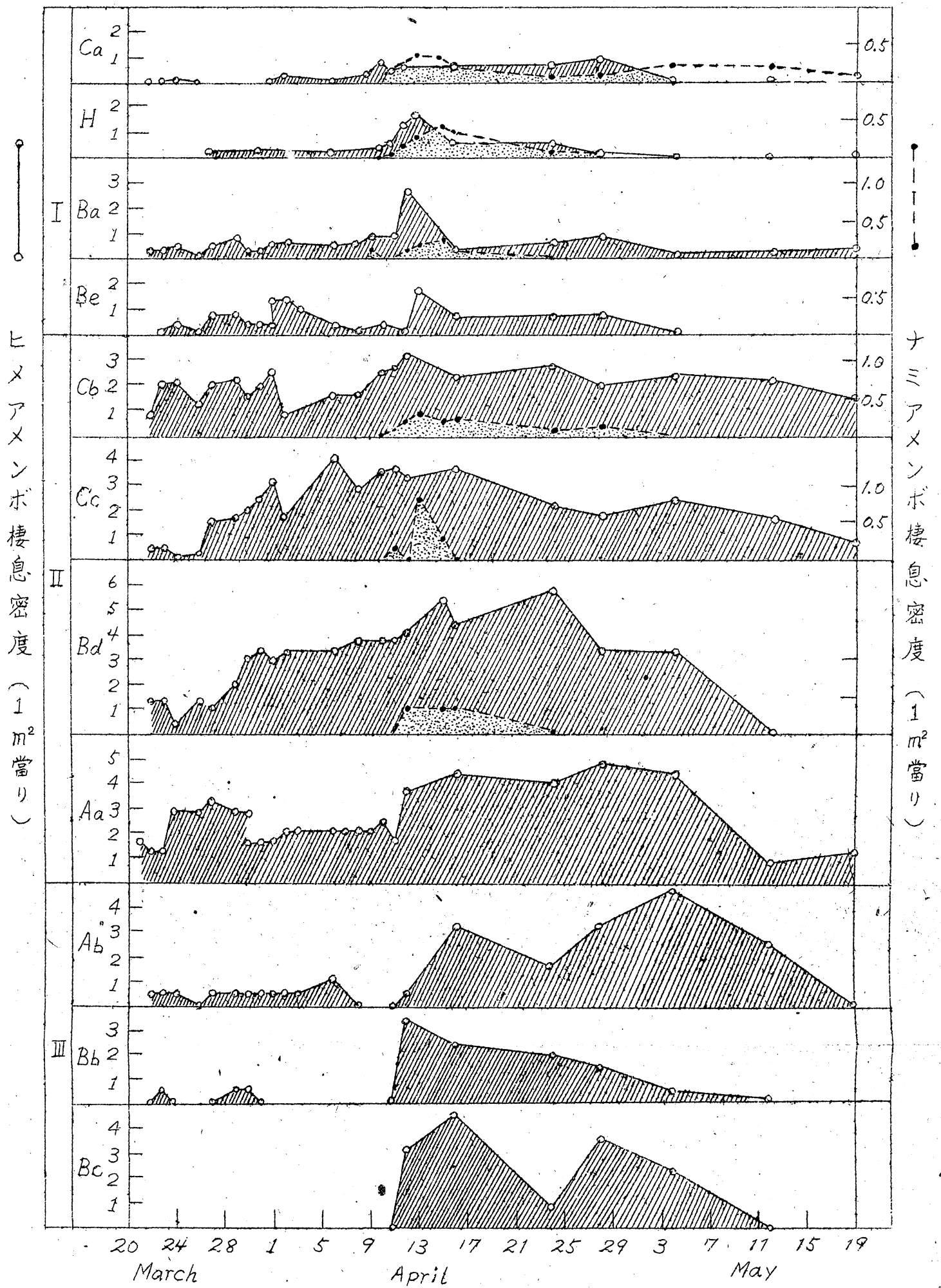
ヒメアメンボ個体数消長の一つの池についての資料は、すでに第3表に挙げた通りである。われわれはこれによつても、もちろん池毎の消長状態の相違を見ることが出来る訳であるが、しかし池の大きさがまちまちである以上、單なる個体数そのままでは、池同士の群集状態の比較が困難である。たとへば、二つの池で同じ数のアメンボが見られたとしても、小さい池では密集してをり、大きい池ではまばらであるといふことも考へられる。従つてこの場合は、それぞれの池の棲息密度—單位水面面積に對する個体^数—によつて、相互を比較する方がむしろ望ましい。

これによつて、われわれは池毎の群集状態を直接比較できるばかりでなく、一つの池での消長状態をも同時に見る事が出来るからである。

そこで今、それぞれの池の水面面積1平方米當りに對するヒメアメンボの個体数を計算して、それぞれの池のヒメアメンボ棲息密度とし、日によつてそれがどのように増減してゐるかを図示すると第10図の通りになつた。これで見ると、やはり最初に考へた通り、その増減の状態は池によつてずるぶんちがふことが判るのである。しかしちがふといった所で、それは全然でたらめなものではない、大体いくつかの池毎に同じ傾向の増減の仕方を示してゐるのであつて、これらの似た増減の仕方のものを—まとめにして、若干の型に分けることもできるのである。第10図でみると、その型は大きく分けて次にのべる三つになる。

第I型。 H池, Ba, Ca, Be池

これらの池では、3月より5月にわたる越冬個体の出現期のほぼ全体を通じてヒメアメンボは姿をあらはしてはゐる。しかし棲息密度の点からいふと、それは毎日非常に低い状態のまま持続されてゐて、ただ4月12, 13日にだけ、Ca池を除いてかなり高い値になつてゐる。なほBe池では4



第10圖 池毎の棲息密度消長

月1日に急激に密度が増加してゐるが、これは私が故意にアメンボを新らしく移し入れたためである。なぜこんなことをしたかといへば、それは密度をこうして人工的に高めた場合に、そのままうまく永續するかどうかを見たかつたからであるが、図で見る通り、数日にしてその密度はまたもと通りに戻つてしまつた。尤もこれは後でのべるようなBe池の特殊事情にも基いてゐると思はれる。要するにこの型は、ヒメアメンボの長期にわたる出現と、その期間内の大部分を通じての低密度の持続によつて特徴づけられてゐるのである。

第Ⅱ型 Cc, Cb, Bd, Aa 池

この型では、3月下旬から4月上旬にかけて早くもかなり高い密度に達してしまつてゐて、それから後の密度はあまり低下もせず、またさうかといつてそれ以上顯著に高まることもなく、そのまま越冬個体消滅期まで続いてゐる。第Ⅰ型では4月12日前後に急激な密度増加が認められてゐるのに、この型ではそれさへも大して目立つ程ではない。ただAa池では3月30日から4月9日まで少し密度が低下してゐるのが注意をひくが、それは3月30日に私が故意に4頭を取つてしまつたために起つたことと思はれる。要するにこの型の長期にわたる高密度の持続といふ点において他と區別することができさる。

第Ⅲ型 Bc, Bb, Ab 池

この型の池では、3月から4月上旬にかけては、全然居住者がゐないが、あるひはゐてもせいぜい1匹から2匹しか見られなかつたのに拘はらず、4月12日頃から急に密度が増し、それから後はかなり著しい変動はあるけれども大体において高い密度のままで、暫くの間は経過してゐる。このように後半期に突如として密度が高まつてゐる点において、この型は前二者の何れとも明らかに區別ができるのである。

さて、われわれはさきに、H池と小池総計とでヒメアメンボの個体数消長状態がずる分ちがふことを見たのであつたが、その際考へたように、このちがひはやはり小池同士の間にでも存在してゐた訳である。H池の曲線は、このちがひによつて分けられた三つの型の中、その一つ（第I型）を代表するものであることが判つたし、また小池総計の曲線そのものは、実はこれら三つの型の混合によつて作り上げられた曲線であることも、ここで判然とするにいたつた。しかし、それではこれらの曲線の型のちがひといふものは、一体何を意味するのであらうか。池の個体数をかぞへ、その消長を見ることによつて越冬個体全体としての時期的な盛衰を明らかにできると考へたことも、池によつてこのように型のちがひが認められるものとすれば、甚だ不都合なことになつてくるのではないか。これはただヒメアメンボの場合だけの問題ではない。一般に、多くの動物の密度調査に當つても、もしこのような現象が存在してゐるものとすれば、一つの場所の調査から得られた密度消長曲線の意義なるものも、頗る怪しいと考へなければならぬ場合も起つてくるにちがひないであらう。この点からいつても、われわれはここで、この型のちがひのよつて来る所を、充分に考へてみる必要にせまられるのである。

私はさきに、H池と小池総計の曲線の相違を見た時、この二つの曲線が、同じ時期、同じ氣象環境の下で得られた以上、その原因を氣象條件の相違に求める訳にはゆかないと述べた。しかレ一歩進んで考へれば、アメンボの生活する氣層は水面にすぐ接触した氣層であり、たとひ1.5米の高所で観測した氣温が同じ値を示しても、アメンボの生活氣層の温度は、水温の差異に應じて池毎にかなり異なつてゐるといふ可能性も考へられる。その上、たとひ表面だけにせよ、アメンボが肢の一部を以て水面に接触してゐる以上、水温の相違がアメンボの集合状態に影響を及ぼす可能性は充分に考慮されてもよいであらう。密度消長の型の相違は、あるひはこうした池毎の水温の相違に基_んではないであらうか。

この豫想に對して第6表の水温表の示す結果は全然否定的である、なる

第6表 それぞれの池の水温表

月 日	観測時刻	天候	気温 (°C)	水 温 (°C)										
				第 I 型				第 II 型				第 III 型		
				Ca	H	Ba	Be	Cb	Cc	Aa	Bd	Ab	Bb	Bc
3.21 ^B	16.30 ^分	晴	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
3.22	12.30	晴	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
3.23	11.00	薄曇	16.5	-	-	12.5	11.5	-	-	10.5	12.0	11.0	-	-
3.24	16.30	曇	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
3.26	12.00	小雪	5.0	9.5	-	9.0	10.0	10.5	9.5	7.0	9.5	-	7.5	8.0
3.27	15.00	晴	11.0	-	-	13.0	14.0	16.0	15.0	14.5	13.5	15.5	13.0	15.5
3.29	12.30	晴	12.0	11.5	11.5	11.5	11.5	16.0	-	9.5	12.0	9.5	11.0	12.0
3.30	14.30	晴	11.0	11.5	-	11.5	12.0	13.0	12.5	12.5	11.5	12.5	11.5	13.0
3.31	14.30	薄曇	12.0	10.0	9.5	9.5	9.0	10.5	11.0	9.5	9.5	9.5	9.5	10.5
4.1	17.30	薄曇	14.0	12.5	-	13.0	13.0	15.0	14.5	11.0	12.5	14.5	13.0	14.5
4.2	17.00	晴	10.0	11.5	-	14.0	13.5	17.0	11.5	15.0	14.5	15.5	13.5	14.5
4.3	13.30	曇	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
4.6	16.00	薄曇	15.0	10.5	12.0	11.0	11.0	12.0	12.5	12.0	11.0	12.5	11.0	12.5
4.8	15.30	小雨	10.5	10.5	-	12.0	11.5	10.5	11.0	12.0	11.5	11.5	-	-
4.9	17.00	晴	9.5	-	-	13.5	-	-	-	14.0	-	14.5	-	-
4.10	16.00	晴	15.0	13.0	17.0	15.5	16.5	14.0	18.5	17.5	16.0	19.0	15.0	18.0
4.11	16.00	晴	20.5	-	18.5	-	-	15.0	19.5	-	-	-	-	-
4.12	17.00	晴	13.5	13.0	17.0	16.5	16.5	13.5	15.0	16.5	16.0	16.0	15.5	16.0
4.13	16.00	晴	24.0	16.0	20.0	19.5	19.5	16.0	19.5	-	-	-	-	-
4.15	16.30	曇	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
4.16	15.00	薄曇	21.5	16.5	19.5	20.5	21.0	17.5	19.0	21.5	20.0	21.5	18.5	20.5
4.24	15.00	曇	18.5	17.5	20.0	20.5	20.0	19.5	19.0	22.0	19.5	22.0	20.5	21.0
4.28	11.00	晴	20.0	19.0	20.0	20.0	20.5	21.5	23.0	18.5	19.5	21.0	21.5	21.5
5.3	17.00	晴	18.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

ほどわれわれは同じ日、同じ時刻とはいへ、水温は池によつてかなりがちがつてゐることを見出す。しかしそのちがひは、同じ密度型に属する池同士の間でも顯著に見られるのであつて、密度型の相違に應ずる水温型の相違と

いふものは、ここでは反つて見出し得ないのである。すなはち、密度型の相違によつて来る所は、やはりはじめに考へたように氣象條件以外の点に求めなければならないことになる。

われわれはそれでは池の狀態をもう一度見てみよう。最初に氣がつくのは、第I型に属する池が、Be池を除いてすべて他の小池よりも割合に大きく(H池 90m^2 , Ba池 12m^2 , Ca池 21m^2)。しかもその形がCb池やCc池のように(これらの池では面積の点ではさほど劣つてゐないけれども)細長くないといふ点である。これにくらべると第^{III}型の池(Bc池, Bb池, Ab池)は、池そのものが元來小さく、池の中央部にはマコモなどの莖がぎつしりと生えてゐて、水面といつては僅かに池の周縁にそつて環狀に残されてゐるだけであつた。第II型の池では面積からいつても、水面の形狀からいつても、いはば前二者の中間的状態であつて、それ程大きくもなければ、また水面へ幅も第III型程狭くもないのである。こゝらあたりに解決の鍵が一つひそんでゐるに思はれる。

第I型の池の、面積が大きく、形が細長くないといふことは、ヒメアメンボにどんな関係があるのであらうか。私はさきに水面生活者の棲み分け関係の項で、ヒメアメンボの生活空間が、ナミアメンボにくらべてずっと池辺部に片よつてゐることを述べた。それは勿論大きな池での話で、池がずっと小さくなると池心部も池辺部もなく、悉くヒメアメンボの生活空間になつてしまふ。それは丁度池全体が池辺部に相當する状況になつてしまふかのようである。もちろんこれは池の形によつてちがふ訳であつて、同じ面積でも形の円い池では、中央にヒメアメンボの非生活空間が残される場合でも、細長い池では両岸の池辺部に相當する部分が中央で接続し、ヒメアメンボ非生活空間である池心部が消失する。私が今、Be池を除いた第I型の池の共通性質として挙げた、池の大きいこと及び細長くないことといふ二つの点は、これらの池がその池心部にヒメアメンボのあまり活動しない水面を残した、いはば空間的には余裕を残した池であるといふ可能性を示すのであ

る。私が実際にこれらの池について観察した所も、その通りであつた。これらの池のヒメアメンボは岸辺近く、特に岸に生えた植物の陰や、またその附近の浮水植物や枯死した沈水、挺水植物の破片の浮んでゐる部分に、最もよく集合し、またその近所を主な活動場所としてゐた。池の中央部に滑り出るものも全然無い訳ではなかつたが、その数は少なく、池辺部でさへも、そのような休み場所や物陰のない部分にはほんの僅かしか見られなかつた。丁度それは、廣い池の中のヒメアメンボにとって極く好適な所だけが利用され、その^他の部分はまるで見捨てられてゐるといった状態だつたのである。しかしこのような見捨てられた場所といふのは、必ずしも固定的なものであつたといふのではない、場所の利用の仕方は、ヒメアメンボ自身の個体数の如何によつて、^たまちがつてきてゐた。これについては、後でまた述べる積りであるが、個体数の少ない時には池辺部の一、二箇所だけにしか活動しなかつたヒメアメンボも、個体数の増すとともに、次第に池辺部一帯にひろがつて行き、今までの非利用空間も次第に利用空間に変化して行つた。これらの非利用空間といふのも結局棲息不可能な場所ではなく、ただヒメアメンボにとって、はじめから棲みつくのにはあまり好適ではないといふ程度のものにすぎなかつたのである。だからこのような第Ⅰ型の池では、たとひその一部分の場所で、ヒメアメンボが高い棲息密度に達したとしても、その他の部分には、いくらでも新しい個体を收容する余地が残されてゐた訳であつて、池の棲息密度曲線（又は個体数曲線）が極大の値を示した時でも、空間的には全体としてまだまだヒメアメンボによつて飽和されるに到らず、もつと密度が増加しても差支へない程度の余裕を保つてゐたと見られるのである。但し、同じ第Ⅰ型形式の密度曲線を示してはゐるものの、Be池だけは充分條件がちがつてゐる。この池は第Ⅱ型曲線のBd池と同じ形であつて、大きさも小さく、池の内部の状態からいつても、他の第Ⅰ型の池のように部分によつてヒメアメンボにとつての好適不好適の変化には富んでゐないのである。それにも拘はらず、この

池が第Ⅰ型の曲線を示したといふのは、私はこれを水の補給による人工的な水面攪乱の結果にちがひないと考へる。前にのべた通りこの池は一日一回Bd池から汲み出された水をぶち明けられて、それによつて水位を池の壁の上端にすれすれにまで保持されてゐるのである。ここではヒメアメンボは毎日棲み場所をかきまはされ、おまけに飛び出すのにはあつらへ向きに水位は高かつた。これが、Be池の棲息密度をずっと低いまゝに保たせた原因であり、また前に記したようにたとひ人工的にヒメアメンボを移し入れても、間もなくもとの密度に歸つてしまつた原因であらうと信ずるのである。従つてこの池の曲線が第Ⅰ型を示すといつた所で、これはもともとさうなるべきものではなく、恐らく第Ⅱ型に入るべきものが、人爲の影響をうけて例外的に第Ⅰ型的状態を示すにいたつたものと考へるのである。

第Ⅰ型形式が、以上のべたように、比較的空間的余裕に富んだ池への出現を物語つてゐるものとすれば、第Ⅱ型形式は果してどうであらうか。この型に属するCc、Cb、Aa、Bd池などの諸池は大きさや形状からいつて、何れもその全水面がヒメアメンボの生活空間としての池辺部の條件をそなへてゐる。しかもこれらの水面には腐朽植物の堆積が頭をのぞかせたり、あるひはCc池のように片方の石垣に生えた草や小灌木が恰好の物陰を提供したりしてゐる。そして實際ヒメアメンボは多少の差こそあれ、早くからこれらの水面のどの部分にでも活動してゐるのを認めることができたのである。われわれはこれらの池こそヒメアメンボにとって、池全体が好適な棲息場所になつてゐたものであると認めることができる。でなければまた、これらの池が早期から多くのヒメアメンボを引きつけ、高い密度を保持できる訳もなかつたであらう。ところで私が一番興味をひかれるのは、他の池でヒメアメンボの密度が急上昇してゐる4月12日頃にも、この第Ⅱ型の池だけは、大して顕著な増加を示さず、大体からいつて、ほぼ一定の密度をずっと保持してゐたといふ点である。第Ⅰ型の曲線の示す所では、この頃ヒメアメンボ越冬個体の活動の最盛期に入つたことは疑ひない。第Ⅰ型の池では水

面の余裕があつたため、増加した活動個体を收容することができた。しかし第Ⅱ型の池の密度がこの時あまり高まらなかつたといふことは、これらの池でははじめからあまり密度が高くなりすぎてをり、それ以上の個体をもはや收容することができなかつたことを示すものではないか。そうとすればわれわれは、この第Ⅱ型曲線において、もはやそれらの池に對して飽和し、平衡状態に達した密度の状態を認めることができるのである。

このように第Ⅱ型の池では、もはやヒメアメンボ收容力の限界は達してゐるものとする、新らしく増加した活動個体に對する新らしいはけ口としての水面がここに必要となつてくるであらう。第Ⅰ型の池はその一として役立つ、その密度曲線の急上昇はこのために一段と高められたことであらう。しかしそれと共に、全然新らしい水面、今までヒメアメンボにとって利用價值を認められなかつた池までが、この緊急な要望に應へて新らしく活動空間として登場することも考へられるのである。第Ⅲ型の曲線を示す池といふのが正しくこれに該当するものであらう。この型に属するBC、Bb、Ab池は何れも、僅かの面積と、しかも狭小な環狀の水面しか持たないことによつて、ヒメアメンボの生活にとつてかなり不利な環境を形成してゐる。そして實際ここには最初のうちほんの僅かしか居住するものはみなかつたのである。ところが4月中旬になつて俄かにこれらの池が高密度になつたといふのは、とりもなほさず急に増加したヒメアメンボによつてここに新らしい生活空間が開拓されたことを意味してゐる。たとひ住むのにあまり好都合ではなかつたとしても、他の場所が満員である以上彼等は止むなくここで辛抱しなければならなかつたともいへるであらう。これら第Ⅲ型の池が飽和状態の第Ⅱ型の池にすぐ近接してゐるといふことも、一部のヒメアメンボをこのような止むを得ない生活に入らせる上に與つて力があつたにちがひないのである。

第Ⅲ型の池への止むを得ない居住と軌を一にする現象は、植物園内に設けられた多くの水槽においてもまた見ることができた。これらの水槽は、矩形のものあれば円形のものもあり、セメント製のものあれば陶器製の水瓶で

代用してゐるものもあり、皆その中に色々の水生植物を栽培するためには水をたたへてゐたものであるが、その大きさは概して小さく、円形の瓶では多く直径0.5米ばかり、少し大きな矩形の槽で長辺1米か1.5米位のものが多かった。これらの水面、特に小さい水瓶の中などには、はじめの中は勿論1匹のヒメアメンボも見當らなかつたのであるが、4月中旬になつてヒメアメンボが大増加するとともに、このような小水面にも飛びこんでくるものが、かなり現はれたのであつた。尤もこれらはあまり長くここに住みついてゐたとは考へられない。といふのはある日現はれて、その次の日消え、また次の日に現はれるといふことが屢々見られたからである。しかしたとひ定住するまでには至らなかつたにせよ、このような小水面までが、活動空間として利用されたといふことは、この當時のアメンボの世界において、いかに過剰人口のはけ口が要求されてゐたかといふことを想像するに難くないのである。

われわれは以上によつて、ヒメアメンボ出現状態に見られた三つの型のよつて来る所をほぼ了解できる。越冬個体が活動をはじめたばかりの頃にはその個体数も少なく、それらは割合に生活に都合のよい池にばかり集まつた。このためこれらの池でははじめから飽和状態に近い高密度の状態が保たれた(第Ⅱ型)。ところがヒメアメンボの生活にとってあまり都合のよくない池では、はじめの中は落つくものが非常に少なく、ただ後になりその附近全体の活動個体数が増し、生活に好都合な池だけでは到底増加した人口を收容できなくなつてからはじめて、ここにも多くの個体が殺到し俄に密度が高まるようになった(第Ⅲ型)。更に、池の面積が廣く、その内部に種々異なつた条件の場所を持つ池では、部分的には多くのアメンボが集合し高密度になつても池全体としてははじめから終りまで低密度の状態を維持し、ただ非常な人口増加の時だけやや高い密度に達する程度であるといふことができるのである(第Ⅰ型)。

以上のような現象を見る時、われわれは動物の密度調査といった所で、

單にある一つの場所の結果だけからその附近全体の密度の変化を推定するのは、実は甚だ危険なことであるのに気付くのである。一つの場所へ動物が集まるのは、單に孤立したその場所の絶対價値に應じて集まるのではない。むしろその附近の他の場所との關係位置において、相對的に生活に最も好都合な所をえらばうとするのであらう。しかもこのように集まることによつて起る密度の高まりは、遂には彼等の好まない場所へも、彼等を押しやるのである。あるひは、たとひ好適な場所であつても、ある程度以上密度が高まれば、彼等自身の起したそのような密度の高まりによつて、その場所での生活の快適さを失つてしまふともいへる。そこで今まで見捨てられてゐた、より不適な場所が、今度はむしろ好ましい場所として彼等の眼に映ずるのかも知れないのである。それはともかくとしても、一つの場所の動物の棲息密度は、その附近の他の場所の棲息密度の如何によつて影響をうけ変化するものであることは今後の密度調査に當つて充分留意しなければならぬことであらうし、また棲息場所の適不適をいふ際にも、單にある時期に他より密度が高かつたとか低かつたとかいふだけでは、簡單に決められないものであることも併せ考へなければならぬであらう。

VI. 一池内の部分によるヒメアメンボ 出現状態の相違

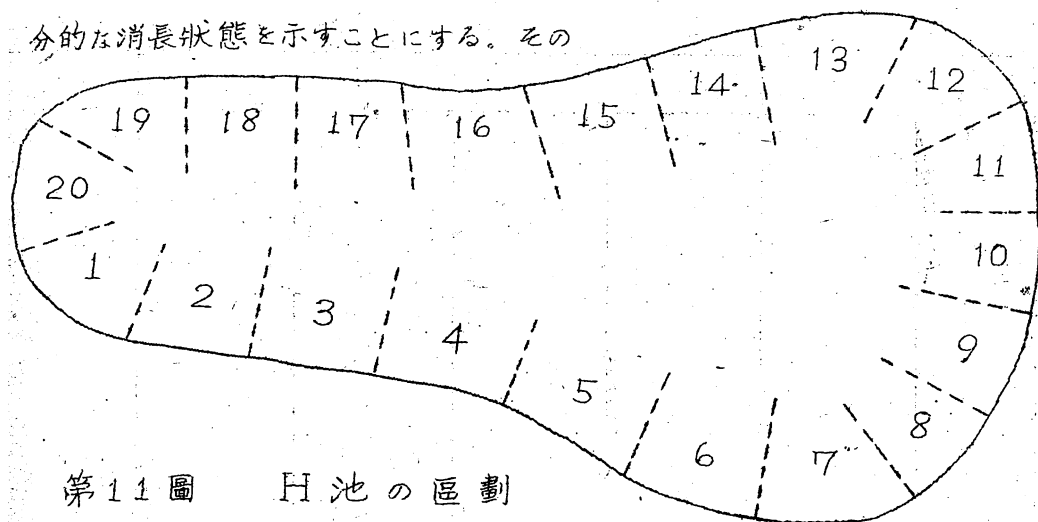
われわれはすでに池によつてヒメアメンボの出現状態が相違し、それらが大別して三つの型になることを知つた。これらはヒメアメンボ自身の場所の選択と、その密度の如何によつて、いはばヒメアメンボ自らの働きによつて作り上げられたものであつたが、その根底には彼等の選択する場所の條件如何が關係してゐた訳である。ところでその中の第I型の曲線といふのは、それ自身で一つの型をなすものではあるけれども、元來その型を生んだ池の状態が内部的に多様であり、時期によりまた池の部分によつて、ヒメアメンボが

多く集合する所もありまた殆んど集まらない所もあつて、それら全体としてここにはじめて低密度の型としての第Ⅰ型の曲線がつくり上げられた訳であつた。してみるとこれらの池の内部の各部分をそれぞれ単位として、その中の個体数消長を相互に比較すれば、丁度ちがつた池同士を比較した時と同じような型の相違が、ここでもまた見られるのではないかと考えることができるのである。しかし一方から考えると、ちがつた池同士と一つの池の内部とでは本質的にちがつた面を持つてゐる。前者は相互に陸地によつて隔てられ分離されてゐるのに對して、後者は水面によつて相互に連続してゐるといふ点である。そしてヒメアメンボは、たゞひ陸地にはひよりこれを渡ることができるにせよ、やはり水面の方がより自由にあちこち滑走し移動できる訳であるから、一つの池の中の部分的な集団といふものが、果して隔離された池同士の集団と同じ現象を示すかどうかといふことも、実は甚だ興味ある問題を提供することになるのである。これをつき進めて行けば、あるひは動物の集団的まとまりといふものが、どのような性質を持つてゐるものであるかといふ問題に一つの資料を提供することになるかもしれない。

以下私はH池の資料について調べてみることにする。他の第Ⅰ型の池の資料でも同じ訳であるが、それらはH池に比べるとずっと大きさも小さく、ヒメアメンボ個体数も少ないたゞ、その中をあまり細かく分けると、一匹一匹の一寸した動きによるちがひまで、まるで重大なちがひであるかのように取扱はねばならなくなるおそれがある。それでここでは、少し位細かに内部を分けても、大して差支へないだけの個体数や池の大きさをもつH池だけを例として取上げることにしたのである。

私は毎日の觀察の際、それぞれの個体の存在場所を図の上に記録しておいた。従つて、これらの毎日の図をならべて見れば、集団の形や大きさが変化して行く状態を、一目で了解できるのであるが、取扱いの便宜上、池をいくつか図上で區劃し、それぞれの區劃の中の個体数によつて、部

分的な消長状態を示すことにする。その

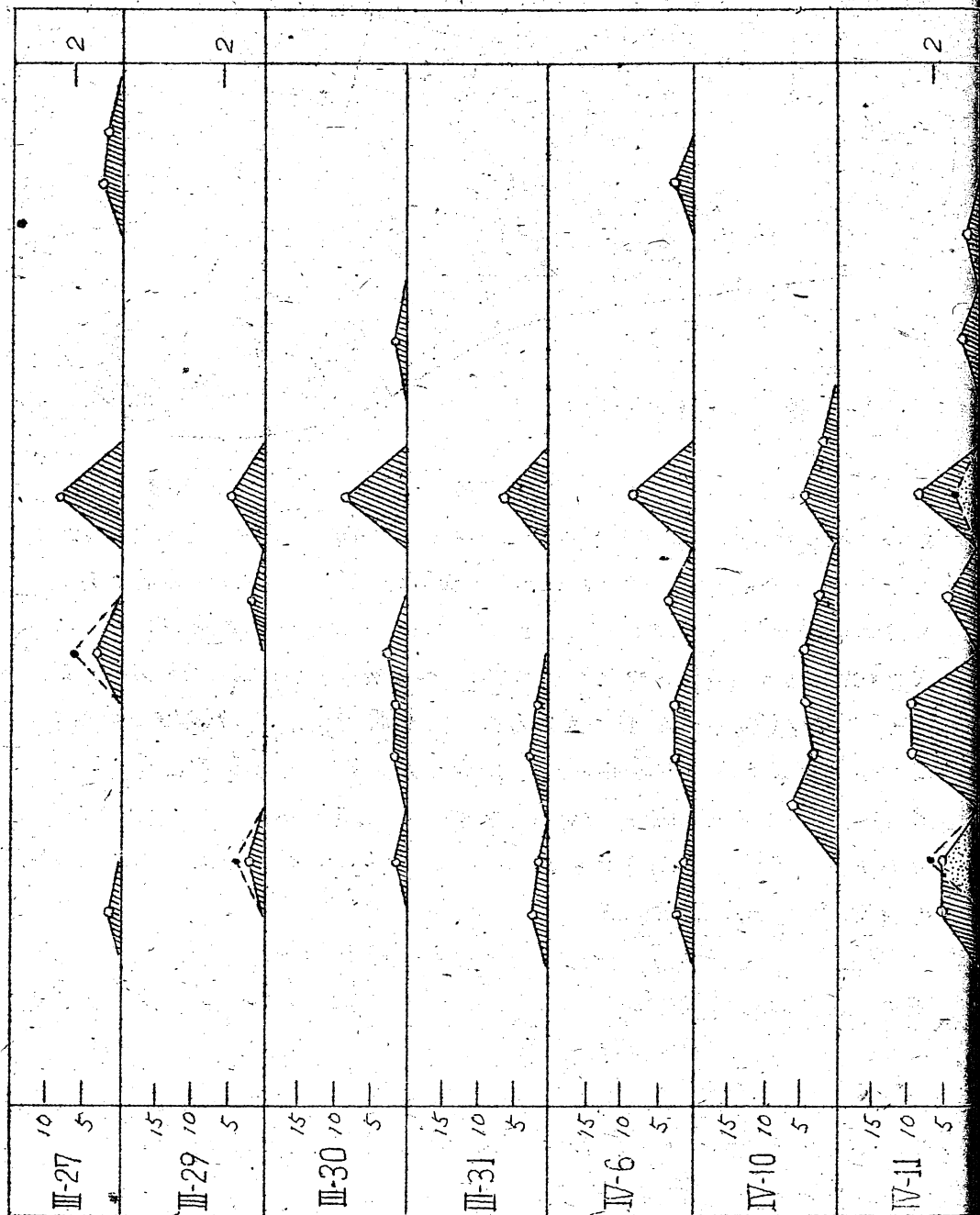


第11圖 H池の区劃

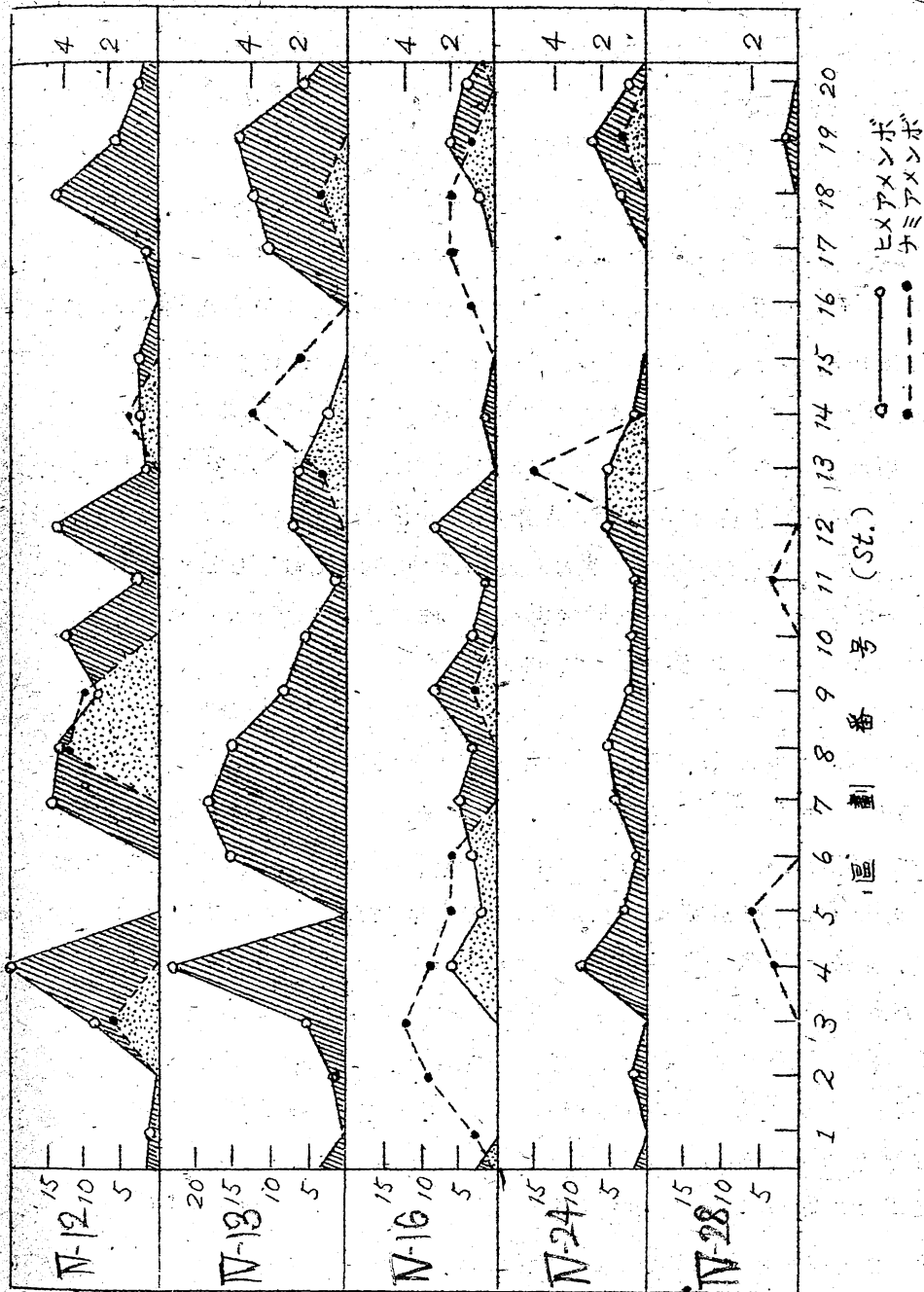
区劃は第11図のように岸にそう2米幅の水面を、横にほぼ2米間隔で切って行つた。この岸にそう2米幅の環狀の水面といふのは、前にものべた通り、ヒメアメンボの生活空間として最もよく利用されてゐる水面であり、それより池の中心に近づくと、もうそこはナミアメンボの勢力圏であつて、ヒメアメンボはほんの僅か(総数に對する2~3%)しか見當らないのである。更に、その環狀の水面を横に区切るのに2米間隔を以てした理由といふのは、ヒメアメンボの一小集團の広がり大体2米以内の範囲にあるものが多く、この区劃内の個体群は割合に安定した状態にあるであらうと考へられたからである。このように区切られたそれぞれの区劃における日々の個体数変化は、第12図に示す通りである。

第12図で見る通り、H池のヒメアメンボは、はじめの中はSt.12の附近に主として活動してゐたのであつたが、だんだん日経ち個体数が増してくると共に、他の場所にも次第に活動するようになり、4月12日から後は、多くの部分に多くの個体が見られることになつたのである。このSt.12といふのは、その中にツクシガヤの株が植えられ、その両側にはその朽葉が水中に堆積したり水面に浮んだりしてをり、一見ヒメアメンボの生活に都合のよい場所になつてゐたが、彼等はやはりここに最初の集

ナニアメノボ個体数



ヒメアマノボ個体数



第12圖 H池におけるそれぞれの区劃内の個体数消長

団をつくり、人口が増すにつれて他のもう少し条件の劣る場所へも次々と現はれるにいたつたのである。各區劃の出現状態を、前にのべた各小池の型と對比させてみると、先づ St. 12 は第Ⅱ型に該当し、St. 4, 7, 8 などは第Ⅱ型と第Ⅲ型との中間型に、St. 18, 19 は第Ⅲ型に當るものと見ることができであらう。なほ St. 2 や St. 14 などは、最初の中は全然棲むものもなく、後になつてもほんの僅かしかヒメアメンボは現はれてゐないが、これも第Ⅲ型の一亜型と見做してよいであらう。これらの場所は、第Ⅲ型の他の場所にくらべて、もつと条件が悪く、従つて他で少しばかり人口過剰の場合でも、ここにはあまり寄りつかないと考へられるのである。それが極端になれば、St. 1 や St. 16 のように、もはや全然姿を見せないか、もしくは時たま 1 匹か 2 匹一斗立寄る位の程度になつてしまう訳である。尤もこれらの場所も、近くに連なる他の場所との比較からヒメアメンボにとつての價值に乏しいといふだけであつて、他によい場所がなければ、ここもヒメアメンボの群で氾濫するかも知れない。

以上によつてわれわれは、一つの池の内部でも、やはり部分によつてヒメアメンボの出現状態が異なり、丁度ちがつた池同士の間で見られるのと同じような出現型の相違が存在することを認めることができた。H 池などのような大きな池全体として見られた第Ⅰ型の型といふのも、要するに池の部分による第Ⅱ型、第Ⅲ型などの型や、あるひは池心部などの非活動地域を含めた、全体の混合から成り立つてゐた訳である。勿論同じ第Ⅰ型の曲線と云つた所で、池によつて第Ⅱ型の部分の多いものもあらうし、第Ⅲ型の部分の多い池、あるひは非活動地域の多い池もあらうから、その曲線の形や、全体としての密度の高さは必ずしも同じではなく、第Ⅱ型や第Ⅲ型への移行型を示す池も見られ³であらうが、とにかくこれによつて、出現状態の型に関する限り、一つ一つ独立した小さい池と、大きな池の部分部分との間に、著しいちがひはないことを知ることができたのである。さうすると、池の中の部分部分といふものは、ヒメアメンボにとつて、別々の小さい池に相當

するだけの独立性を具へてゐるもののようにも考へられてくる。果してヒメアメンボの生活においては水面によつてつながり連続する部分部分といふものが、完全に相互に隔離してゐる小池同士と同じだけの独立性を持つた生活空間になつてゐるのであらうか。これは甚だ興味ある問題と思はれる。

この問題をはつきりさすためには、取敢へずヒメアメンボ集団の分布状態とその大きさ形及びそれらの間の個体の動きを見てみる必要がある。ところで集団の分布状態といふのは第12図にも大体示されてゐる通りであつて、一池内の集団は必ずしも一つのものゝ拡大とその分離によつてつくられるものではなく、人口が増すと共に全然かけはなれた数個所に、別の集団が独立的につくられる傾向がうかがはれるのである。たとひ4月12, 13日頃の St. 7, 8, 9, 10 の集団のように連続した一集団のように見えるものでも、実際には隣り合ふ二つの區劃の集団の間に切れ目があつたり、またさうでなくとも、はじめ別の集団だったものが両方の拡大によつて一つに癒合しそまつたといふ質のものであつたりする。もちろん一つの區劃内の集団が拡大して二つの區劃にまたがるといふことも無いのではなく、たとへば St. 13 の個体などは St. 12 の集団が拡大してはみ出してきたものであるが、しかし大体において、人口が増すと共に池内のあちこちに独立の小集団が多くできるといふ傾向は否定し難いのである。このことは、前にのべた、先づ好適な場所にヒメアメンボが集合し、ここが飽和状態に達すると他のやや劣つた条件の場所にも集まつてくるといふことを示してゐるものであるが、このように増加した人口が一つの集団の周囲への拡大によつて收容されるよりも、むしろ他の部分に新しい集団が形成されることによつて收容される傾向が多いといふことは、要するに池の部分部分といふものが、ヒメアメンボにとつて單なる一続きのものではなく、やはりある程度一つづつある範囲に限定され、相互に独立した空間としての價值を持つてゐることを示すに外ならないと思はれる。ところでこのような池の部分の独立性といふことは、それぞれの部分における集団の独立性によつて認められたものであつたが、集団の独立

性といふことは、ただ單に分布狀態やその出來方の孤立的であるといふことだけでは、まだそれを承認する條件としては不充分のようにも思はれる。何故なら、集団が獨立してゐるためには、その集団員はある程度その集団の中だけを世界とし、ある期間そこに定住してゐることが必要と考へられるからであつて、反對にすべての個体が全然一所に落ち着くことなく、絶えずこちらの集団からあちらの集団へと馳せ廻つてゐるようなことであれば、假りに集団は集団としてその形が認められるものとしても、それが相互に獨立してゐるとは承認し難いとしなければならないであらう。それではH池の中の集団における個体の動きは果してどうであつたか。私が池の縁に立つて眺めただけのことからいへば、一集団の個体は30分や1時間の間では、そうやたらにあちらこちらに出歩くこともなく、大体その集団の中だけをその活動領域としてゐるもののようであつた。しかし一個体の動きを丹念に努めようと思へば、特に何日にもわたつてそれが一集団の中にだけ定住してゐるかどうかなを見ようと思へば、やはりそれぞれの個体に標識をつけておくことが必要であつた。しかしこの池で私が標識をつけることができたのは、僅かの個体にすぎなかつたので、これだけでは甚だ不満足なのであるが、とにかく日々の動きの一例としてこれを表示してみよう。第7表がこれであつて、毎日の觀察時に見られた存在位置を個体毎に示してゐる。

第7表 H池内における個体の動き

個体番号 觀察月日	Mb. 1 (♀)	Mb. 2 (♂)	Ma. 1 (♀)	Ma. 2 (♂)	Mc. 1 (♀)	Mc. 2 (♂)
4. 11	St. 7	St. 7	St. 12	St. 12	St. 4	St. 4
4. 12	St. 12	St. 7	St. 12		St. 4	St. 12
4. 13			St. 12	St. 8	St. 11	
4. 16			—		St. 12	
4. 24					St. 4	

2, Ma. 1, Mc. 1などの個体は、少なくとも2日か3日、同じ區劃の中か、もしくはその隣りの區劃の中に引続いて滞在してゐる。すなはち一集団内の個

体は、單に短い時間内のみならず、数日にわたつてもなほその集団内に止まつてゐるといふ傾向はうかがはれるのであつて、その個体の動きは必ずしもでたらめなものではないといふことがわかる。ところで、ここに少し注意をひくのは Mb.1, Mc.1, Mc.2 などの遠距離への移動であつて、これらは St.7 から St.12, St.4 から St.11, 12 へまたはその逆といふ風に、全然かけ離れた別の集団へ池を横ぎつて移轉してゐる。私はさきに一池内の新らしい集団が、全然離れた部分に独立的にできることをのべたが、この数個体の移動状態は、正にそのような独立的集団の形成機構の一端を示すものとして興味を覚えるのである。おそらく冬眠より覚め池内に飛びこんだヒメアメンボは好適な場所が見當れば、そこに永く定住しようとするであらう。しかしこのような個体がふえ密度が高まれば、生活に種々の不都合を覚え、その一部分は全然別の部分へ移轉する。これらが集まればここに新らしい集団が形成され、その集団員はここが高密度に達するまではそこに安住するといった状態でそれぞれの集団は独立してゐるのではないであらうか。しかし最初に好適な場所をえらぶといつた所で、その選擇には自らある範圍が限定されるであらう。はるか遠くへだつた場所であれば、いかに好適な場所であらうとももはやこれらのヒメアメンボにとって選振の可能性の限界をこえることになるであらうからである。従つて、そこにはヒメアメンボの生活場所をさめる際の一つの地域の拡がりがあり存在すると考へられ、その中で順次一等地二等地といった順序に集団は形成されて行くのではないであらうか。このように考へられた地域に對して、私はかりに「密度地域」という名稱を與へたいと思ふ。この地域の拡がりは今正確に定めることはできないけれども、H池程度の大きさであれば、その中は全部その一地域内に包含されると見てよいと思はれる。さきの Mb.1 や Mc.1, Mc.2 などの個体の移動狀況がこれを示してゐるからである。従つて、この意味における一つの地域即ち一密度地域内のものとしての、H池の部分的集団は、その成員がある程度そこに定住する点において一應独立してゐるが、しかもそれぞれの集団は、互に他の集団の密度との關係において形成せられ、

維持されてあるといふ点では、相互に結び合つてゐるといふことができよう。

このような集団の相互関係において、私は池の部分同士の間と、ちがつた池同士の間との類似性にもしろ驚かされるのである。異なつた集団の形成維持が、他の集団の密度との関係において行はれるといふことは、もともとちがつた池同士のヒメアメンボ出現型の比較から導き出された結論であつた。恐らく小池同士の間にも、今のべた地域性の関係は存在すると思はれ、第Ⅱ型の出現型も、その一密度地域内といふ条件下における最も好適な池において先づ見られるものであらう。しかしその地域の広がり、範囲はやはりその中の個体の動きを通してでなければ適確には掴めない。従つてこの点についての問題は一應次の章以下に残したいと思ふが、それはそれとしても、池の部分部分のヒメアメンボ集団相互の間に、切り離された小池同士の間と同じ関係が見られるといふことは、ヒメアメンボ集団の形成にとつて、水面を壁でかこまれてゐるとかゝみないとはいふのは本質的なちがひをもたらすものではなく、むしろそのような空間の強制的限定が行はれなくても、彼等自ら地域を限定し、自ら集団の大きさ形を決定する働きのあることを示してゐる。そしてこの点は、それぞれの集団における彼等の個体の定住が示す独立性において、益々確かめられるのである。尤も、その独立性の程度は、周囲を陸でかこまれた池の方が、より高いのではないかと想像されるが、われわれにはまだそれぞれの小池においてヒメアメンボがどれ位定住し、どれ位移動してゐたかといふ点が明らかにされてゐない訳であるから、次の章においてこの資料を調べることにしたい。

VII. 定 住 性

1. ヒメアメンボの池から池への移動

ヒメアメンボが一つの池の中に永く定住する傾向があるかどうかといふことは前章にのべた池の独立性の程度を知る上に重要であるばかりでなく、またさきの池毎の出現型の相違に對して與へた説明が本當に正しいかどうかを知る上にも大切である。何故なら、もしもヒメアメンボが一池にあまり定住することなく、絶えず池から池へと移転ばかりしてゐるものとするれば、第Ⅱ型の池が飽和状態に達したために第Ⅲ型の池の密度が高まるといふ説明も少し怪しくなる。もし定住性がなければ、飽和状態であらうとながらうと、ヒメアメンボはいくらでも他の池へ移動するであらうし、また池がヒメアメンボにとって好適だとか不好適だとかいふことも、やはりある程度までそこに彼等が落ちつくかどうかによつて判断されることだからでもある。

もともとヒメアメンボが水面だけの滑走者であつて、水を離れては行動できないものとするれば、このような問題も起る余地がない。ところが實際には、ヒメアメンボの能力としては、水辺を離れたかなり遠い所まで移動することができるのである。英國ではこの種類が、最も近い水面から半哩もはなれた場所で見出された例が報告されてゐる程であつて、¹⁾ 今の植物園の諸池のように互に接近してゐる池同士の間では、移動しようとすれば大した困難もなしに移動できるにちがひない。そのような水を離れての行動のためには、ヒメアメンボに飛翔

1) Butler, Edward A. *A Biology of the British Hemiptera-Heteroptera*, p. 252.

なほ、わが國でも種名は不明であるが、富士山須走口馬返附近の水辺よりかなり離れた場所で、*Gerris* sp. が6月の雨天の日に多数匍匐してゐたことが報告されてゐる(岩田正俊、富士山須走口馬返附近の雪蚤とアメンボに就きて、昆蟲、第2巻、昭和2年、134頁)。

と地上歩行といふ二つの方法を行ふ能力を具へてゐるからである。

飛翔はもちろん、越冬成虫のような長翅型の個体だけに限られてゐるが、私の観察した所では、地上1米乃至数米の高さの空中を弱々しく飛び、1回の飛翔に10米あるひはそれ以上を飛ぶものもあり、また2~3米を飛翔した後一度地上に降り、それから再び飛び上つて同じ短距離を進むといふことを繰り返して移動するものもあつた。しかし何れにせよ、遠距離への移動のためには、飛翔が最も有力な方法であることは疑ひのない所である。ところで、池から岸へはひ上つたり、また一つの池から隣の池へ移つたりするような短距離の移動に際し、地上を歩行してゐる個体も、われわれは屢々見ることが出来る。地上歩行の方法は二通りあつて、一つは普通の匍匐であり、もう一つは跳躍である。跳躍の際は左右の中脚を揃えて強く地を蹴りとび上つて進む¹⁾のであるが、地上のみならず水面でもこの方法によつて飛び上つてゐるのを見ることが屢々あるし、また水面でこれをもう少し静かに行へば普通の滑走になる訳である。地上では1回の跳躍で3~4厘から10厘ばかりも前進し、これを続けるとかなり敏速に移動できる。尤も地上歩行の際は、匍匐と跳躍を交互に混へながら進む場合も見られる。

匍匐の便利なことは、これによつてかなりの急斜面もよち登ることが出来る点であつて、この方法で水面から陸上へ登るものが多いようである。Bd池などでは、外へはひ出るためには、水面から高さ約15厘の垂直のセメント壁をよち登る必要があるが、私は2頭のヒメアメンボが多くの時間を費してこの難事業に成功したのを目撃したことがある。しかしこのような壁を持つBd池は、他の池にくらべて脱出が容易でないことは確かである。

さて、以上のようにヒメアメンボは池から池への移動能力だけは充分に持つてゐる。だが能力はあつても、それをよく活用し、絶えず移動をくり返してゐるとは限らない訳であつて、これを見るためにはやはり標識をつけた個体が一

1) Weber, H., Biologie der Hemipteren. Berlin. 1930. S. 40. 参照.

つの池にどれ位定住したかを調べる必要がある。今、多くの標識個体の中、日が経ってもそのまま最初の池に止まっていた個体数を表示すると第8表の通りになった。

この表を見ると、 第8表 最初の池に引続き滞在した標識個体数

3月に印しをつけた個体の中、3月31日には最初の池に見られたものは45頭であったが、その中の半数以上が4月12日にいたるまで同じ池に止まっていたことになる。甚だしいものは、5月4日にいたるまでの1箇月以上も、何処へも行か

観 察 月 日	残 存 マ ー ク 個 体 数						
	3月26日～31日マーク (総数59※)				4月9日～11日マーク (総数53)		
	♀	♂	♀**	計	♀	♂	計
3月 31日	16	15	14	45	-	-	-
4 1	15	13	14	42	-	-	-
2	13	9	12	34	-	-	-
6	13	8	12	33	-	-	-
8	13	7	8	28	-	-	-
10	13	7	8	28	-	-	-
11	9	7	7	23	21	15	36
12	9	7	7	23	18	8	26
16	3	2	2	7	9	1	10
24	2	1	1	4	3	0	3
28	2	1	0	3	1	0	1
5 4	1	1	0	2	1	0	1
12	0	0	0	0	0	0	0

※ 人工移転を行ったもの及びBf池の個体を除く。

※※ 雌雄の別を記録しなかつたもの。

ある。また4月に印しをつけた個体は、3月の標識個体よりは、平均して滞在日数は少ないけれども、それにしてもやはりある程度同じ池に定住しようとする傾向はうかがふことができる。してみるとヒメアメンボは、移動能力は持つてゐながらも、絶えず池から池へと移動ばかりしてゐるものではなく、むしろ事情さへ許せば一つの池に定住しようとする性質を具へてゐるように考へられる。私はこの性質を定住性と名づけたのであるが、このような定住性を持ちながらも、なほ時期によつて急に多数の個体が最初の池から姿を消してゐ

るのは興味ある所であつて、たとへば4月12日乃至16日の間には、3月の標識個体も4月の標識個体も共に残存数が激減してゐるのである(第8表)われわれはここに何等かヒメアメンボにとって好ましからぬ事態が発生したことを想像できるのであるが、この時期といふのは正しくヒメアメンボ活動数、密度が最大に達した時期であつてみれば、この活動数、密度の上昇と一部のヒメアメンボの池からの消失の間には、一つの因果関係が存在するのではないかと自づから考へられてくるのである。もとむと全体としての活動数の増加といふことは、氣象その他の無機的环境條件の好転をこそ示せ、それが急に悪化したものとは一寸考へ難い。それにも拘はらず一部のヒメアメンボが最初から住みついてゐた池をこの時期になつて急に見すて姿を消したといふことは、活動数の増加、あるひは密度の上昇そのものが、これら一部のものの消失の原因になつたものと考えより他には一寸考へ様がないであらう。私はさきに第Ⅲ型の池の後期における密度曲線の急上昇が、第Ⅱ型が既に飽和状態に達してゐたために起つたものであらうとのべたが、ヒメアメンボに定住性のあることは、早期におけるこの飽和状態が大体同一成員によつて持続されたであらうことを示すとともに、4月中旬の定住員の急消失は、この時期に新らしい個体が池に多く入りこんだため従來の成員の一部が外に飛び出さざるを得なくなつたことを示すものではないか。今まで私は、ヒメアメンボが既に満員になつてゐる池を避けて新らしい池に入るのかどうかといふことには別段触れなかつたけれども、今の点から見れば彼等は満員の池と雖も特別に避けることもなく飛びこみ、その代りに今までゐた個体の一部が止むなく他の池に移轉して密度の平衡を持續するといった機構が行はれてゐるのではないであらうか。しかしこの問題は、後から一つづつの池の定住員消失状態を見て吟味し直してゐることにしよう。

さて、池から池への移動といった所で、主としてどの池からどの池への間で移動が行はれたかといふ問題がここに残つてゐる。これはヒメアメンボがどの範圍の地域内で好適な池を選択するかといった地域性的問題とも關係して

くる訳である。ところで一つの池から消失した標識個体が、其後別の池で全部見つかつてくれるとこの点甚だ好都合だったのであるけれども、実際はその中の一部分だけが移転先で見出されたにすぎない。これは一つには消失個体の中に斃死してしまったものがかなり含まれてゐたであらうためと思はれる（特に活動の後期においては）のであるが、その他、私の観察した池が植物園の全池群の中の一部にすぎず、未調査の大池がすぐそばにあつたり、またあちこちにやはり未調査の小池が散在してゐたりしたため、これらの池へ移転してしまつたものは、もはや見出す由もなかつたといふ事情も大いに関係してゐることと思はれる、

そこで資料としては甚だ不十分であるが、とにかく池同士の関係の一端でも知るために、判つたものだけについて移動の状態を表示してみよう。第9表がそれである。

第9表 ヒメアメンボの池から池への移動

移動の行先	移動の頻度			
	♀	♂	?	計
Ca+Cb → Cc	4	8	2	14
Ca+Cb → Bd	1	2	0	3
Cc → Ca+Cb	2	1	2	5
Cc → H	0	1	0	1
Ba → Ca+Cb	0	2	0	2
Bd → Bc	0	1	1	2
Bd → H	1	0	0	1
Be → Ca+Cb	1	1	1	3
計	9	16	6	31
Ca → Cb	4	3	2	9
Cb → Ca	5	2	2	9
計	9	5	4	18

この表によると総計31回の移動例が記録されてゐるが、¹⁾その中 $Ca+Cb \rightleftharpoons Cc$ の場合が最も多く、全体の3分の2近くを占め、その他 $Ca+Cb$, Bd , Be , Ba , Bc 相互間に若干の移動が見られてゐる。これらの

1) これらの移動頻度の中には、同じ個体で2回またはそれ以上移動したものも含まれてゐる。今もし移動個体の数だけを計算すると、その総数は少し減つて、観察したもの全部で25頭（♀9、♂12、♀♂不明4）となる。 Ca 池 \rightleftharpoons Cb 池の移動を別にとり出して見れば、その移動個体数は13（♀8、♂3、♀♂不明2）である。

の池は皆、相接近してならんである点から見ても、また実際にもこのように移動が行はれてゐる点から云つても、これら全体がヒメアメンボにとつての^(定住)地域の中に包含されてゐるものと見做すことができよう。これに對してこれらの池と少しはなれたAa, Ab池との間には全然移動したものが見られてゐないのであつて、この二つの小池群は別の地域に属するものとも見られないことはない。しかしこれは資料不足のため今の所断定は致し兼ねる。ところでここに一寸興味があるのはB, C池群とH池との關係であつて、この間は20米ばかりもへだたつてゐるのに拘はらず2回の移動例が見られ、更に觀察困難のため正確を恐れて採用しなかつたBf池の標識個体の移動資料の中にもH池へ移動してゐる例を一つ見出してゐるのである。これから考へると、B, C池とH池とは距離的には少しへだたつてはゐるが、やはり一方の密度の変化が他に響く間柄として、相互に關係し合つてゐるものゝように思はれる。しかしその關係はB池C池相互間ほどは密接とは云へないことは、その移動例の少ないことから推定されるのである。

以上は互に独立した池同士の間移動についてであつたが、私は第9表に、互に水面によつて連なつてゐるCa池とCb池相互の移動頻度も参考のため掲げておいた。水面によつて連絡してゐる以上は相當頻繁に移動は行はれてもよさそうに思はれるのに拘はらず、われわれはその例が案外多くないのかへつて驚かされる。もちろん總計18回といふ数は非常に少ないとはいへないけれども、互に独立したCa+CbとCcの間の移動がこれよりも多く見られてゐる点から云つても、水面によつてつながつてゐることが必ずしも移動を非常に盛にし、独立性を非常に低めることにはなつてゐないのである。ここでわれわれは前にのべたH池の部分部分がヒメアメンボにとつてのそれぞれ独立した生活空間と認められたことを思ひ出す。Ca池とCb池とはたとひ池としては連続してゐても、ヒメアメンボの生活空間としては必ずしも連続してゐるとはいへないこと、正にH池の部分同士と同じような關係に立つてゐるのである。Ca池の個体は永くCa池に、Cb池の個体は永くCb池に止まらうとする。

これは勿論この二つの池に別々の集団が形成されてゐることを示してはゐるが、それでは二つの池がもつと接近してみたとし、それぞれの集団が相隣接し又は相融合してしまつたとしたなら、ヒメアメンボのそれぞれの集団における定住性は一体どのようなになるであらうか。彼等は二つの池を股にかけて自由に活動するであらうか。それとも互に連続した集団の中にゐながらもやはりその一部分にだけ定住するのであらうか。またたとひ一部分にだけ定住するといった所で、その活動にはある廣さが要求されるであらうから、一部分といふものの範囲が自ら限定されてくるであらうか。このような問題がこれから生れてくるのである。それはもはや與へられた池を単位とする定住性といふことから進んで、アメンボが定住するためには自らどれだけの水面を要求するかといふ問題にまでなつてきてゐる訳である。私は次の章においてこの問題を取り扱ふことにしよう。

節

2. 一つの池の中での移動

ヒメアメンボが一続きの集団の占める水面の中でも、ある場所にだけ定住し、それ以外にはあまり出歩かないかどうか、もしそうとするならばその定住範囲の広さはどれ位であるかといふ問題を調べるためには、一つの池の中の個々の個体の動きを見て行かなければならない。そしてそれは1匹ずつの行動を丹念に跡づけて行くのを理想的とするが、同一個体の行動を何日も眼をはなさずに見て行くのは到底不可能であつたし、またそれでは同時に多くの個体も調べることもできない訳であつた。そこで私は毎日の観察時に印しをつけた個体の存在位置を図に記録しておき、後からその図における位置を比較することによって、多くの個体の動きを見ることにしたのである。

先づ最初に1回の観察時の位置と次の観察時の位置との間の距離を池毎に比較して見よう。もしもアメンボの動きがでたらめであつたなら、各個体のその移動距離の平均は大体池の大きさに比例するであらうし、またもしある部分にアメンボが定住してゐるのであつたなら、その距離は必ずしも池の大き

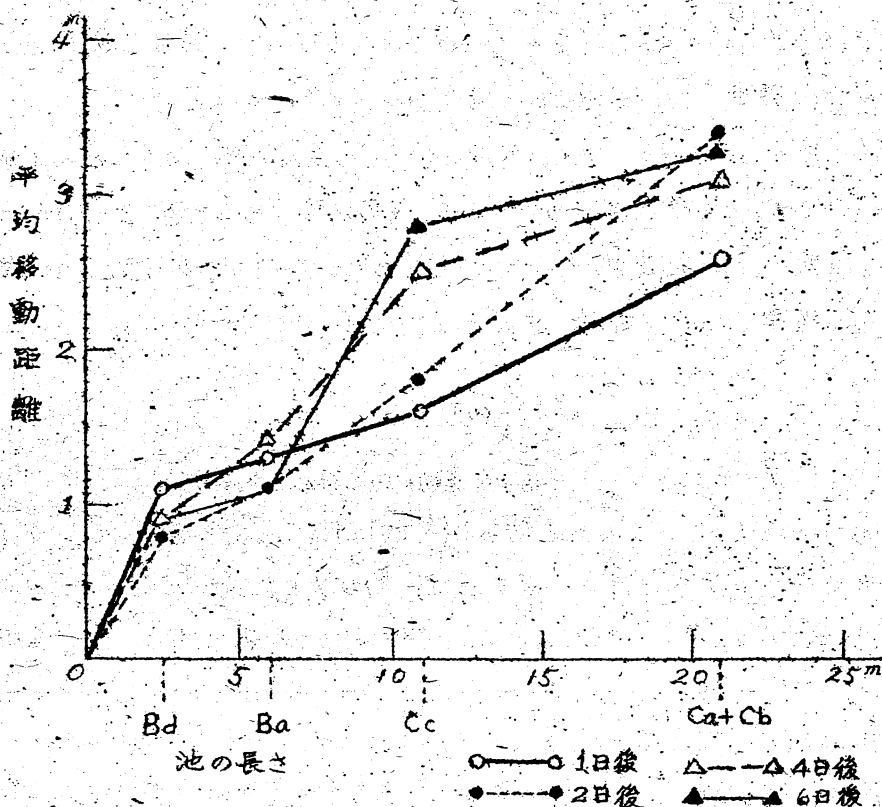
は比例して大きくはならないにちがひないからである。ただしこの場合でもその距離は、日を経つにつれて変つてくる可能性はある。そこで一先づ1日おき、2日おきといふ風にちがつた時間的間隔の間での平均移動距離を池の長さに応じて図に示すと第13図の通りになつた。¹⁾ なほその時間的間隔の資料といふのは、下に掲げる日の記録から得たものである。

	Ca+Cb及Cc	Ba	Bd
1日後	$\left\{ \begin{array}{l} \text{III}-31 \sim \text{IV}-1 \\ \text{IV}-1 \sim \text{IV}-2 \\ \text{IV}-10 \sim \text{IV}-11 \\ \text{IV}-11 \sim \text{IV}-12 \end{array} \right.$	$\left\{ \begin{array}{l} \text{III}-31 \sim \text{IV}-1 \\ \text{IV}-1 \sim \text{IV}-2 \\ \text{IV}-9 \sim \text{IV}-10 \\ \text{IV}-10 \sim \text{IV}-11 \end{array} \right.$	$\left\{ \begin{array}{l} \text{IV}-1 \sim \text{IV}-2 \\ \text{IV}-15 \sim \text{IV}-16 \end{array} \right.$
2日後	$\left\{ \begin{array}{l} \text{III}-31 \sim \text{IV}-2 \\ \text{IV}-6 \sim \text{IV}-8 \\ \text{IV}-8 \sim \text{IV}-10 \\ \text{IV}-10 \sim \text{IV}-12 \end{array} \right.$	$\left\{ \begin{array}{l} \text{III}-27 \sim \text{III}-29 \\ \text{III}-29 \sim \text{III}-31 \\ \text{III}-31 \sim \text{IV}-2 \\ \text{IV}-9 \sim \text{IV}-11 \end{array} \right.$	$\left\{ \begin{array}{l} \text{III}-30 \sim \text{IV}-1 \\ \text{IV}-6 \sim \text{IV}-8 \\ \text{IV}-8 \sim \text{IV}-10 \\ \text{IV}-10 \sim \text{IV}-12 \end{array} \right.$
4日後	$\left\{ \begin{array}{l} \text{IV}-2 \sim \text{IV}-6 \\ \text{IV}-6 \sim \text{IV}-10 \\ \text{IV}-8 \sim \text{IV}-12 \\ \text{IV}-12 \sim \text{IV}-16 \end{array} \right.$	$\left\{ \begin{array}{l} \text{III}-27 \sim \text{III}-31 \\ \text{III}-29 \sim \text{IV}-2 \\ \text{IV}-2 \sim \text{IV}-6 \\ \text{IV}-6 \sim \text{IV}-10 \end{array} \right.$	$\left\{ \begin{array}{l} \text{IV}-2 \sim \text{IV}-6 \\ \text{IV}-6 \sim \text{IV}-10 \\ \text{IV}-8 \sim \text{IV}-12 \\ \text{IV}-12 \sim \text{IV}-16 \\ \text{IV}-24 \sim \text{IV}-28 \end{array} \right.$
6日後	$\left\{ \begin{array}{l} \text{III}-31 \sim \text{IV}-6 \\ \text{IV}-2 \sim \text{IV}-8 \\ \text{IV}-6 \sim \text{IV}-12 \\ \text{IV}-10 \sim \text{IV}-16 \end{array} \right.$	$\left\{ \begin{array}{l} \text{III}-27 \sim \text{IV}-2 \\ \text{III}-31 \sim \text{IV}-6 \\ \text{IV}-6 \sim \text{IV}-16 \end{array} \right.$	$\left\{ \begin{array}{l} \text{IV}-2 \sim \text{IV}-8 \\ \text{IV}-6 \sim \text{IV}-12 \\ \text{IV}-10 \sim \text{IV}-16 \end{array} \right.$

第13図を見ると、平均移動距離は大体池の長さが長くなると共に大きくなつてゐる。但しこの両者の関係は直線的ではなくて、むしろ拋物線状に

1) Ca+Cb, Cc両池での移動距離は、池の長辺に對する射影の長さを以てしたから、多少實際の長さより短縮されてゐる筈であるが、しかし両方とも非常に細長い池であるから、實際の距離との間の相違は殆んど問題にならない程度であると思はれる。

なつてゐるのであつて、これは池がたとひ大きくなつても、その水面のすべてが1匹のアメメンボによつて利用されてゐるのではないことを示してゐると思ふ。



第13圖 池の長さと平均移動距離との関係

はれるのである。しかしこの図だけでは、ヒメアメメンボの水面の一部に對する定住性を主張する根拠としては甚だ薄弱だといはねばならない。大体この図の曲線が拋物線的ではあるにせよ、池の長さの増すと共にかなり上昇してゐることは、一つには平均距離を用いたためと思はれるのであつて、長い池ではたとひ多くの個体が短かい範囲内に定住してゐたとしても、僅かの個体が長大な滑走を試みれば、平均移動距離はずっと大きくなる筈だからである。そこでもう少し精密な方法によつて移動距離と個体数との關係をあらはすことが望ましい。

ヒメアメンボが定住性をもつてゐるとすれば、それはでたらめな運動をしないといふことである。そこでもしでたらめな運動をした場合、最初の場所から一定距離内に見出される確率が判れば、その値と実際の値とを比べて定住性の有無を論ずることができる。それではヒメアメンボがでたらめな(機会的 at random)運動を行ふものとした場合について考えてみよう。

場合を簡単にするため、アメンボがある長さの直線に沿って(たとへば池の長辺の方向は)のみ運動するものとする。その場合、ある観察時におけるアメンボの位置と、別の観察時における位置との間の距離が、ある長さ(a)の範囲内にある確率(P)を理論的に求めてみると、それは次の式であらはされる値になる。¹⁾

$$P = \frac{a(2l-a)}{l^2}$$

(l はアメンボがそれに沿って運動を行ひ得る線分の長さ)

即ち、もしもヒメアメンボの運動が機会的に行はれる場合、長さ11米あるCc池で2回の観察を行つたとすれば、同じアメンボが2回目の観察時において、最初の位置から左右2米以内(但し池の長辺に沿って)の場所であ

1) 物体が長さ l なる線分上を機会的に運動する場合、この物体が、線分の両端より a なる距離を除いた残りの部分上の任意の一点から、左右 a なる距離以内に現はれる確率は

$$\frac{l-2a}{l} \cdot \frac{2a}{l} = \frac{2a(l-2a)}{l^2}$$

この物体が、線分の両端より a 距離以内にある任意の一点から、左右何れかの a 距離以内の部分に現はれる確率は、線分の内方に對しては

$$\frac{2a}{l} \cdot \frac{a}{l} = \frac{2a^2}{l^2}$$

線分の両端方向に對しては

$$\frac{2a}{l} \cdot \frac{a}{l} = \frac{a^2}{l^2}$$

従つて l 線分上の任意の一点より a なる距離以内に現はれる確率は

$$\frac{2a(l-2a)}{l^2} + \frac{2a^2}{l^2} + \frac{a^2}{l^2} = \frac{a(2l-a)}{l^2}$$

$$\int_a^{l-a} \frac{2a}{l} \frac{dx}{l}$$

$$+ 2 \int_0^a \frac{a+x}{l} \frac{dx}{l}$$

$$= \frac{2a}{l^2} (l-2a)$$

$$+ 2 \int_0^a \left(a^2 + \frac{a^2}{2} \right) \frac{dx}{l^2}$$

$$= \frac{2a(l-2a)}{l^2} + \frac{3a^2}{l^2}$$

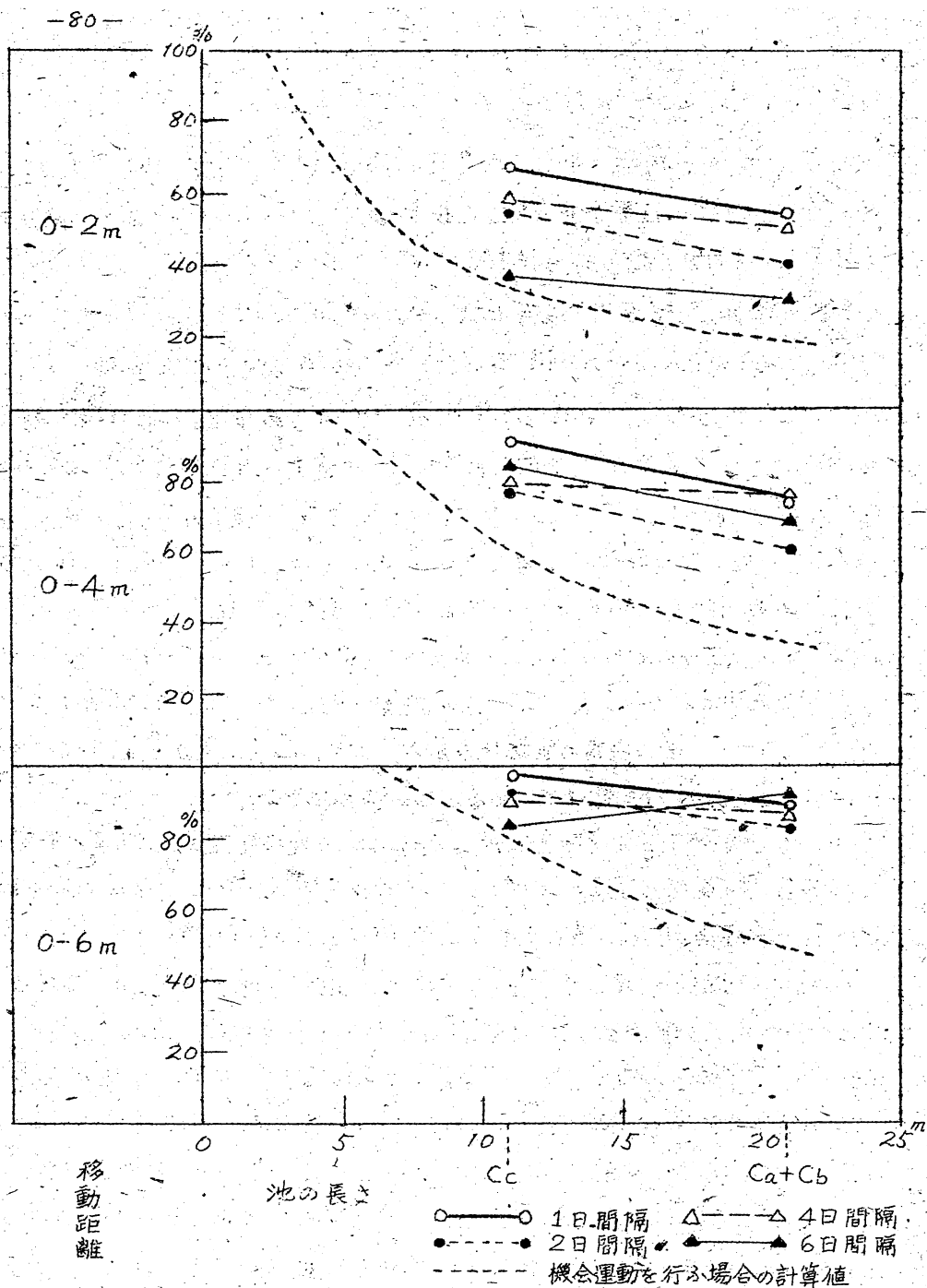
$$= \frac{a(2l-a)}{l^2}$$

見出される確率は

$$P = \frac{2(2 \times 11 - 2)}{11^2} = \frac{33.1}{100}$$

即ち $\frac{33.1}{100}$ であり、同様に4米以内で見出される確率は $\frac{59.5}{100}$ である。従つて実際には、各個体の位置を池の長辺に投影し、同じ個体について最初の観察時の投影点と2回目の観察時の投影点との間の距離を測定し、このような測定値を多数の個体について得たとすれば、今のべた理論値と実際値との比較が可能になる。たとへばその測定値が2米以内の頻度が全測定値数の33.1%、4米以内の頻度が全体の59.5%-----等であれば、各個体の池の長辺方向における運動は機会的であると認めて差支へない訳である。もしも2回目において最初の位置の2米以内、4米以内----に見られた個体数が、全体の33.1%、59.5%----等よりも多かつたとすれば、この場合のヒメアメンボの運動はでたらめではなく、割合に短い距離を動くものが多かつたといふことができるのである。この場合にはヒメアメンボに定住性があるといふ可能性を見出せるであらう。但し2回の観察を行ふ際の時間的間隔は、少なくともヒメアメンボの通常の運動能力を以てして、池の一端から他端に達するのに要するであらう時間以上であることが必要である。

ところで実際に、いくつかの池について以上の移動距離の頻度を測定した結果は第14図のようになった。この図の点線は、アメンボの運動が機会的であつた場合の理論値を示すもので、同じ2米以内の移動でも、池の長さがちがへばその頻度もちがってくる訳であるから、池の長さが色々な場合についてそれぞれの理論的頻度を計算し、これを一本の曲線に連ねたものである。4米以内、6米以内等の場合についても同じである。さて、いくつかの池の実測値がこの点線に合致するとすれば、アメンボの運動は機会的であつたといふことになるし、この点線よりも上方(高い値)に來れば、短距離の運動個体が多いことになる。ところが第14図で見る通り実際には、はじめの場所より2米以内の部分で見出された個体数は、観察の時間的間隔が1日、2日、4日の何れの場合にも理論値よりもはるかに多く、6日目の場合にやや理論値に



第14圖 ヒメアメンボの移動距離と機会運動の理論値との比較

近づいてゐるにすぎない。長さの範囲を大きくして4米以内、あるいは6米以内とすれば、そこに見出された個体数は更に理論値より多くなつてゐる。これから見るとヒメアメンボは決して機会的な運動をしてゐるのではなく、むしろ池の一部分のある狭い範囲内に何日も引続いて止まつてゐる傾向があつたといふことが知られるのである。ところでヒメアメンボの運動能力はどうであらうか。もしも彼等が普通の運動速度で直線運動を行ふものとしたならば、一番長い池であるCa+Cb池の長辺の長さ21米を端から端まで移動する場合でさへ、多くとも10分を要しないと思はれるのであつて、最短1日の時間的間隔で行つた第14図の観察結果は、ヒメアメンボにとって移動の時間的余裕がなかつたために起つたものでないことは明らかである。

以上のようにヒメアメンボでは割合に狭い範囲の水面に何日も止まるものが多かつたといふことは確かであるが、今度はこれと集団の分布との関係が問題になつてくる。何故なら、以上の短距離だけの移動個体が多いといふことは、池の中のヒメアメンボの分布自体が機会的でなく、一個所に続いて多くの個体が集まり、狭い場所に集団が形成持続されてゐる場合にも起るし、また個体の分布状態の如何に関せず、各個体の運動範囲が最初の存在地点を中心とするある定まつた範囲内に限定されてゐるといふ場合にも起り得るからである。池内の条件が一様でなく、場所によつてヒメアメンボの棲息にとつての適否があれば、適当な棲息場所に多くの個体が集中して前者の場合を生ずる筈であるが、われわれがはじめに問題とした所の、アメンボの運動が一つの集団的拮抗りの中でも、なほ且つその一部分の場所にのみ限定されてゐるかどうかといふことは、今の二つの場合の中の後者の中に含まれるものであつて、個体の分布状態の如何に関せず運動範囲が限定されてゐるとすれば、ここにわれわれは本當の意味の定住性を見出すことができるのである。

池内のヒメアメンボ分布状態からいへば、少なくともCa+Cb池では分布は機会的ではなく、かなり集中的と思はれる状態であつた。すなはち大きく見ればCa池の部分よりもCb池の部分の方に多数の個体が見られたが、これは

3月下旬より4月上旬にかけて特に著しい。Cb池の中でも中央部の腐朽植物の浮ぶ部分に個体数が多いといふ傾向は認められた。¹⁾ しかし一方において、このような場所以外の部分に散在してゐるヒメアメンボの中にも、数日にわたつて殆んど同一地点ばかりで活動してゐた個体が少なくなかつたことから考えれば、さつき述べた定住性もどうしても認めなければならないようである。²⁾

これに関係した一例として次の事柄は少し興味がある。4月1日、私はCb池から5頭のヒメアメンボを捕へてきてこれをCa池に放した。Ca池にはこの時まで数日來ずっと1頭の居住者もゐなかつたのである。ところが放した5頭の中3頭までが翌日もやはりCa池に滞在してゐて、その中の1頭は、4月12日どこかへ消失するにいたるまで、Ca池及びこれに続くCb池の端の水面にわたる範囲内だけに棲んでゐた。これから見ても、ヒメアメンボは一度移り棲めば生活における好適さは多少欠けてゐても、すぐには他の場所へは移動しない性質を持つてゐるもののように認められるのである。

さて、Ca+Cb池ではこのように分布も集中的であるし、またその上アメンボ自身にも定住性があるらしいといふことになった。さきの移動距離が理論値よりもずっと小さいといふことは、恐らくこの両者が共に働いた結果であらう。しかし分布が集中的であるといつた所で、その状態は日によつてかな

1) Riley*によれば、Gerris remigisは水面上、水辺等の固形物体に對する顯著な趨触性(Thigmotaxis)を示し、また各個体相互の間でも趨触性による密集群をつくるといふ。しかしヒメアメンボの集団は、このような個体間の趨触性による群とは認められない。

* Riley, C.F.C. Responses of the large water-strider, Gerris remigis Say, to contact and light. Ann. Ent. Soc. Amer. Vol. XIV, 1921, pp. 231-289.

2) これらの個体は、一点に静止し続けてゐるのではなく、頻繁にその附近で活動してゐるのであるから、ただに趨触性による結果であるとする訳にはゆかないであらう。

りちがふ可能性もあるし、またCc池についても果して集中的分布をしてゐなかつたかどうかはまだはつきりいへない訳であるから、移動距離の短かつたことが果して両方の影響によるものか、あるひは主として片方だけに作用されたものかをすぐに決めることができない。従つて定住性が認められるといった所でそれが相當強く、上記の移動距離の短少として表はれる程度に存在するものかどうか、まだはつきりしない訳である。これを分析するためには、先づ池内における毎日の個体分布状態が機会的であつたか集中的であつたかといふ点をもう少し数量的に確かめて行かねばならない。

このような場合に、分布状態が機会的であるかどうかを調べる方法として先づ普通に考へられるのは、池をいくつかの同じ面積の區劃に區切つて、ある瞬間にそれぞれの區劃にあらはれた個体数を数へ、それが0, 1, 2, ...等の場合の頻度を調べる方法である。その頻度がNewtonの公式を展開することによつて得られる頻度の理論値¹⁾に合致すれば、その分布は機会的であると認められる。ところがこの方法において注意を要すると思はれることは、區劃の大きさをどの程度にすればよいかといふ点であつて、區劃をもし大きくすれば、小さい集団が多くちらばつてゐてもその集団としての存在が計算において認められなくなるおそれがある。反對に區劃を小さくすれば大きな集団は細分されてその特徴は失はれ、更に區劃の目の大きさを各個体間の最小間隔以下に小さくしてしまへば、その區劃内への個体の出現

$$1) W(n) = \frac{N!}{n!(N-n)!} p^n q^m$$

但し n = 1區劃内への出現個体数

N = 総個体数

m = $N-n$

p = 1個体が1區劃内に入る確率

q = $1-p$

今の場合であれば $p = \frac{h}{L}$ 但し h = 1區劃の長さ

頻度は、機会分布も集中分布もあるひは分散分布も差別なく同じ値になつてしまふ。それ程極端にならなくても、區劃がこれに近い位非常に小さければ、分布状態の特徴は大いに失はれてしまふおそれは充分ある訳である。

そこで私はこれらの難点から免れるため、全然別の方法を考へることにした。大体色々の分布状態をそれぞれ特徴づけるものは、個体相互間の分布間隔がどうなつてゐるかといふことである。區劃を切つて一區劃内に現はれる個体数の頻度を見るといふのも、分布間隔の如何に應じて、それぞれの區劃内への出現状態がちがつてくるからといふのに他ならない。従つて、もし測定できるならば、直接分布間隔を測定し、それぞれの間隔値の頻度がどれだけであるかを調べる方が、より直接的でもあり、より正確でもあることになる。私の場合は、それぞれの個体の位置は既に図に記録されてをり、その間隔も容易に測定できるから、この直接的な方法を使ふのに基だ好都合であつた。

さて、このように個体間のそれぞれの間隔値の頻度をそのまま用ひる場合に、機会分布の理論値はどのようにして求められるであらうか。私はさきに、個体が機会的な運動を行ふ場合に、ある個体が2回目の觀察時において最初の觀察時の位置より a なる距離以内にある確率を求める式を見出した。ところで、今ある長さの線分上に、多くの個体が機会的にちらばつてゐるとする時、ある個体の位置から、別の1個体の位置が a なる間隔以内にある確率は、やはり上記の運動の場合と同じ式、即ち

$$P = \frac{a(2l-a)}{l^2}$$

を以てあらはすことができるであらう。何故なら、1個体が移動する代りに、その移動点に他の個体が出現すると考へれば、運動の場合を分布の場合におきかへることができるからである。そこで今、いくつかの個体が機会的に分布してゐるとすれば、それぞれの個体間隔が a_1 以下である場合の確率 P_1 、 a_2 以下である場合の確率 P_2 、-----等は

$$P_1 = \frac{a_1(2l-a_1)}{l^2}$$

$$P_2 = \frac{a_2(2l-a_2)}{l^2}$$

$$P_3 = \frac{a_3(2l-a_3)}{l^2}$$

とる。今^個幾箇の個体が分布してゐる場合、個体間の間隔が a_1 以下の測定数を m_1 、 a_2 以下の測定数を m_2 、……等とし、

$$\frac{m_1}{S} = R_1$$

$$\frac{m_2}{S} = R_2$$

$$\frac{m_3}{S} = R_3$$

$$\text{値} \quad S = (n-1) + (n-2) + (n-3) + \cdots + 1$$

= 個体間隔の全測定数¹⁾

とする時、これらの個体の分布が機会的であれば

$$P_1 = R_1$$

$$P_2 = R_2$$

$$P_3 = R_3$$

となるであらう。従つて実測値 R_1, R_2, R_3 と理論値 P_1, P_2, P_3, \dots が合致するか否かによつて、われわれはその分布が機会的かどうかを知ることが出来る訳である。²⁾

1) もし A, B, C, D の4個体があるものとするは、間隔数は $A \sim B, A \sim C, A \sim D, B \sim C, B \sim D, C \sim D$ の6となる。

2) 私はここでは場合を簡単にするため、ささの運動の場合と同じく、一線分上に個体が分布してゐる場合を考へ、実際の取扱いの際は池の長辺に對する個体位置の投影点の分布によつて、その分布状態を代表させた。 $Ca + Cb, Cc$ 池のように細長い池では、このような取扱いを行つても誤差は少ないと思はれるし、また運動の場合と直接比較するのにこの方が便利である。但し一般の場合として、円形又は正方形に近い地域内の分布をこの種の方法によつて見るためには、投影点ではなく実際の個体間の間隔を用ひねばならない。その場合はもちろん式の形がちがつてくる。

もし分布が機会的でなく、^(定)集中的であるとすれば、全測定数に対する短距離の測定数の割合が、理論値よりも大きくなり、反対に隣り合ふ個体同士がある一定の間隔をおいてならばうとする傾向のある場合(分散分布¹⁾)の場合には、その間隔の長さ以下の長さの間隔数の全測定数に対する割合は理論値よりも小さくなる筈である。以上を簡単に示すと、 $a_1 < a_2 < a_3 \dots$ とする時、

集中分布の場合 $R_1 > P_1$

分散分布の場合 $R_1 < P_1$

となる傾向が見られるであらう。但しこの場合の R_1 は全測定数に対する短い間隔の測定数の割合を示すものである。

このような機会分布の理論値を $Ca + Cb$ 池 ($l = 21m$) 及び Cc 池 ($l =$

1) これは Blackman (1935)*, Ashby (1935)**, Glasgow (1939)*** 等の分つた分布の三つの様式、即ち random dispersion, under-dispersion, over-dispersion の中の over-dispersion に當る。彌富氏 (1937,****, 1939)***** は、寄生虫の寄主間における分布様式として四つの様式(完全分布、中間型分布、機会分布、集中分布)を區別されたが、私が上に用ひた分散分布は、彌富氏の完全分布及び中間型分布の二つを合せたものに當る。

* Blackman, G. E. A study by statistical methods of the distribution of species in grassland associations. Ann. Bot., Lond. Vol. 49: pp. 749-777. 1935.

** Ashby, E. The quantitative analysis of vegetation. Ann. Bot., Lond. Vol. 49, pp. 779-802. 1935.

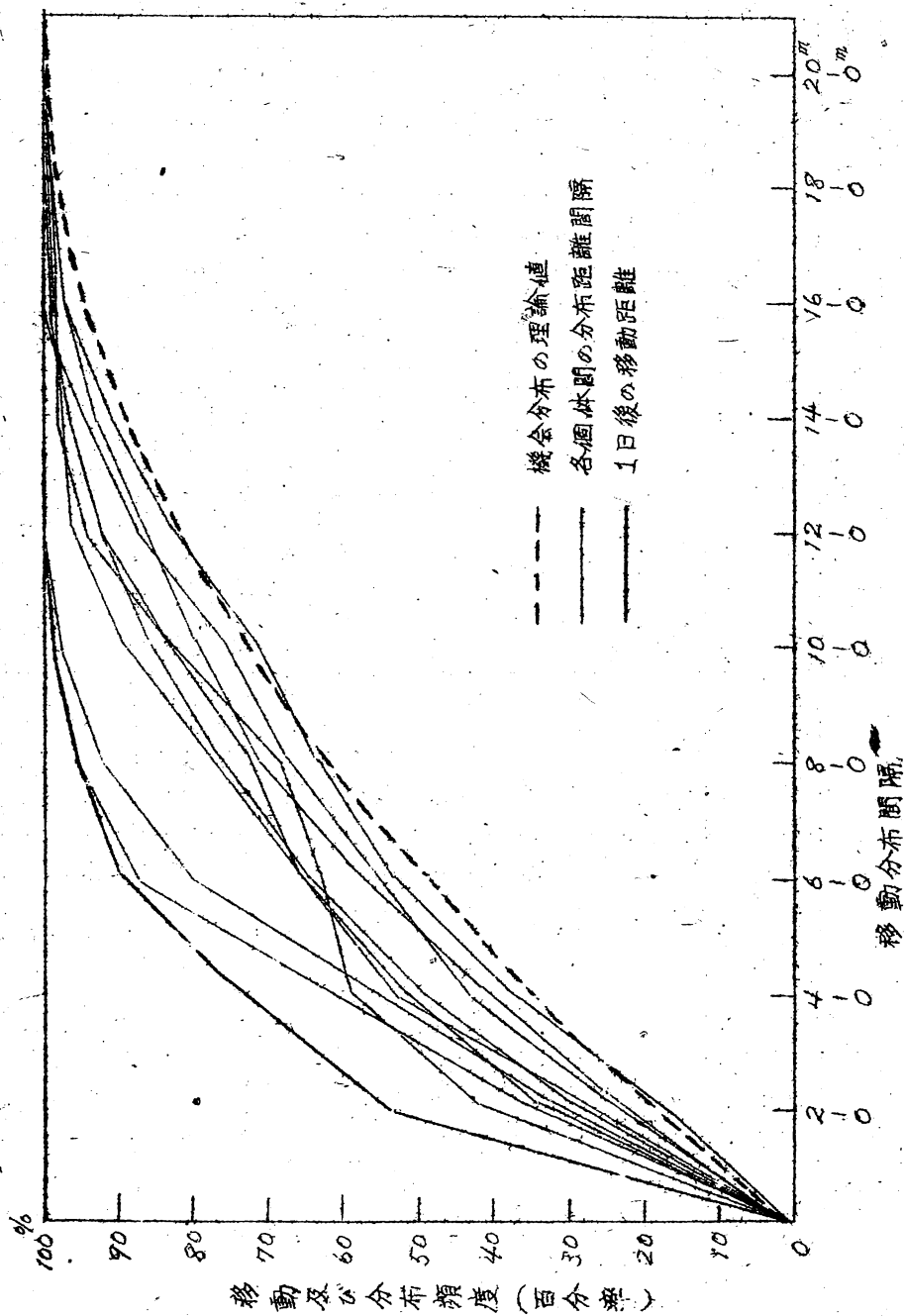
*** Glasgow, J. P. A population study of subterranean soil Collembola. J. Anim. Ecol. Vol. 8, pp. 323-353. 1939.

**** 彌富喜三、寄生効率に就いて、應用動物学雑誌第9巻、173-174頁、昭和12年。

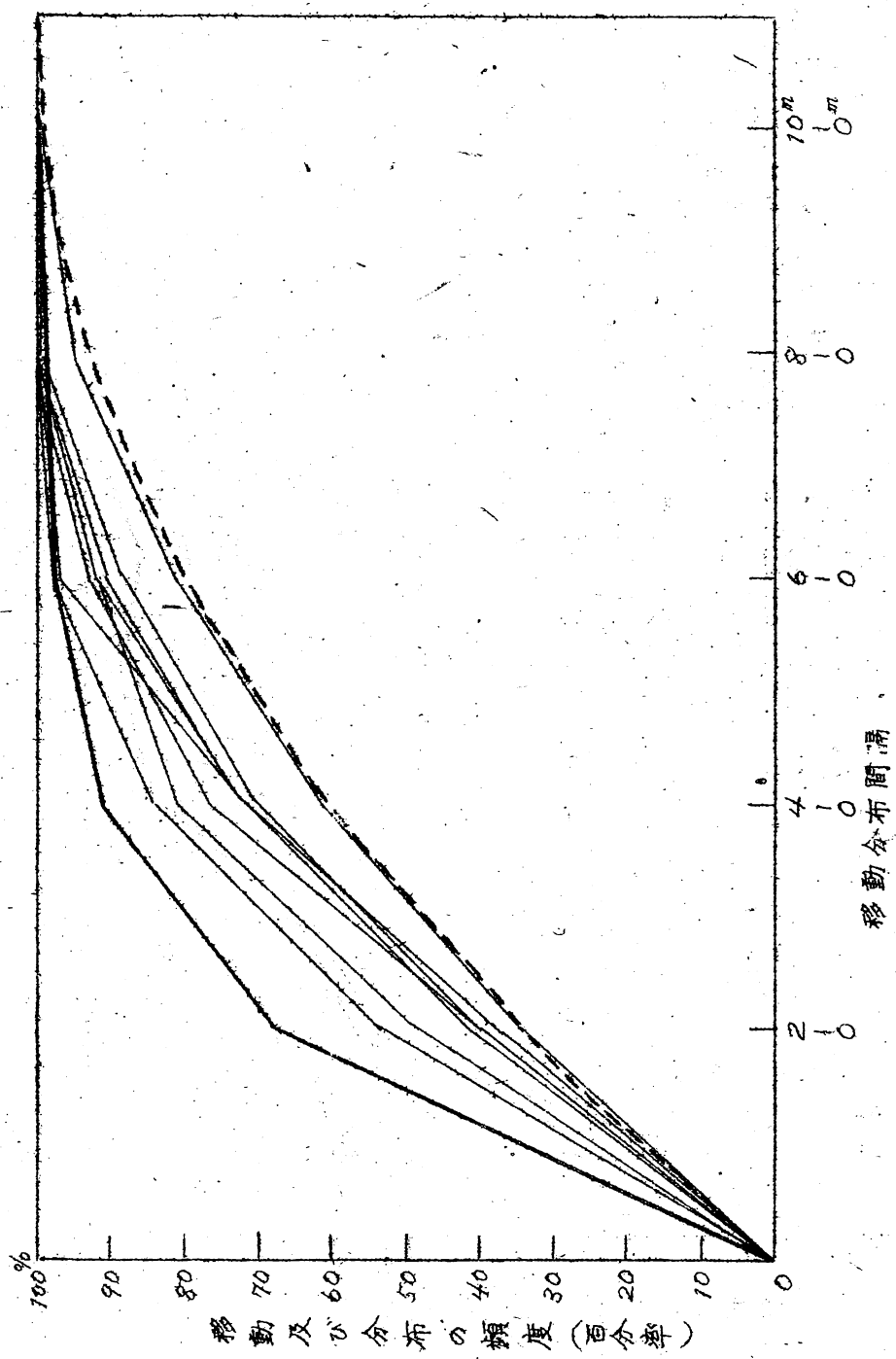
***** 彌富喜三、栗野螟蛾の卵寄生蜂の寄生相に関する量的研究、動物学雑誌、第51巻、393-406頁、昭和14年。

第10表 分布間隔と移動距離

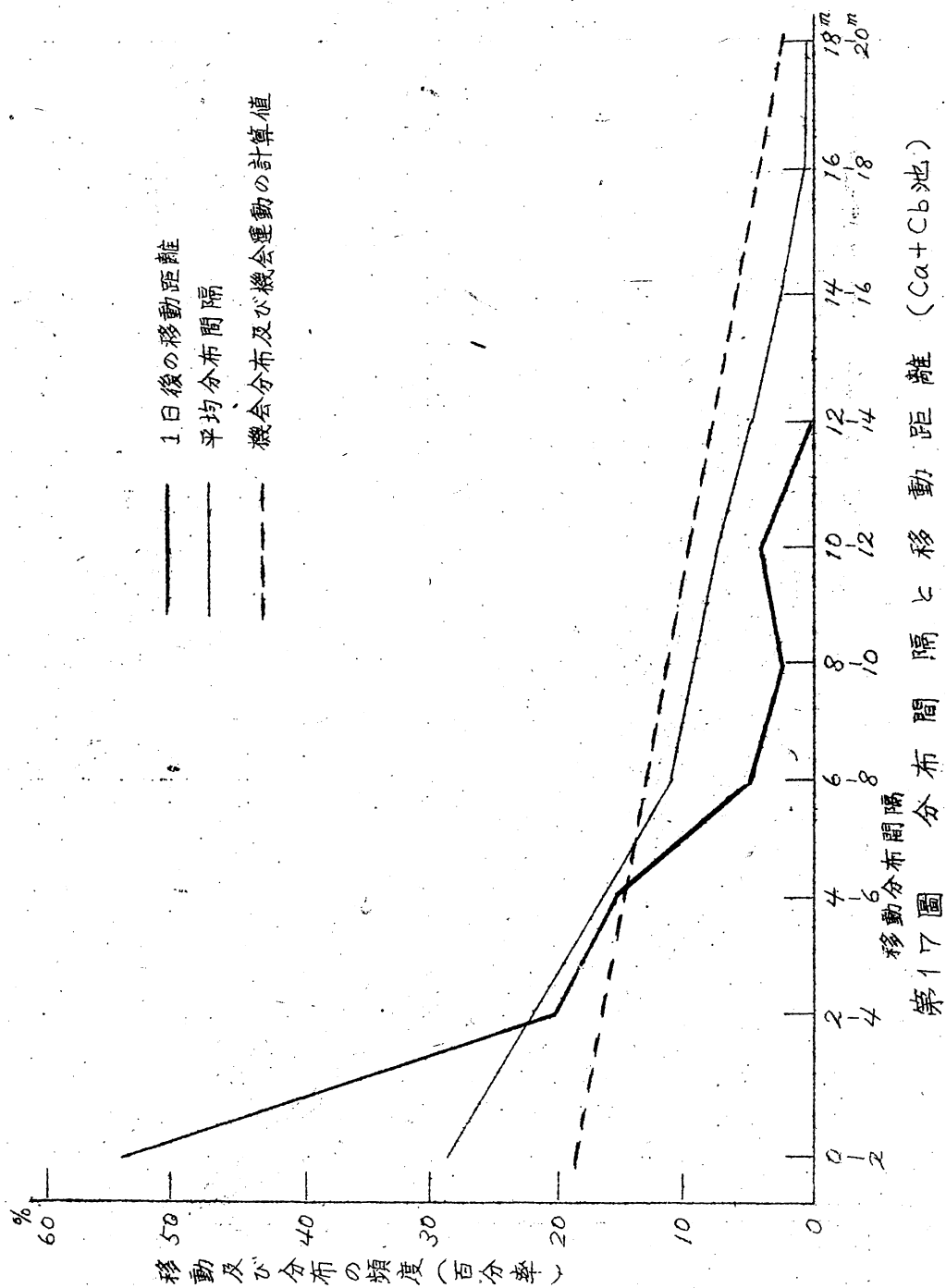
池の種類	距離間隔	分布間隔										機分布及び機運動の理論値	運動距離			
		Ⅲ-1 31	Ⅳ-1 1	Ⅳ-2 2	Ⅳ-6 6	Ⅳ-8 8	Ⅳ-10 10	Ⅳ-11 11	Ⅳ-12 12	Ⅳ-16 16	平均		1 ^日	2 ^日	4 ^日	6 ^日
Ca+Cb	0-2 ^m	34	31	17	27	41	23	28	33	22	28.4	%	%	40	50	31
	0-4	61	55	37	53	59	43	49	51	40	49.8	18.1	54	60	69	
	0-6	87	80	53	65	63	55	64	65	57	65.4	34.5	74	83	92	
	0-8	95	92	63	77	68	67	76	72	71	75.7	49.0	89	90	92	
	0-10	99	98	71	89	82	75	85	83	79	84.6	61.7	94	88	92	
	0-12	100	100	82	96	94	87	92	92	86	92.1	72.6	96	96	100	
	0-14	100	100	91	97	98	94	96	96	93	96.1	81.6	100	100	100	
	0-16	100	100	97	98	98	100	99	99	97	98.7	88.9	100	100	100	
Cc	0-18	100	100	99	99	98	100	100	100	99	99.4	94.3	100	100	100	
	0-21	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100.0	98.0	100	100	100	
	0-2	39	39	41	38	38	34	38	53	48	40.9	33.1	67	55	37	
	0-4	70	76	71	72	71	61	72	84	81	73.1	59.5	91	77	84	
	0-6	88	93	97	91	91	81	92	98	92	91.4	79.3	98	93	84	
	0-8	100	100	100	100	100	95	99	100	100	99.3	92.6	98	97	100	
	0-11	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100.0	100.0	100	100	100	

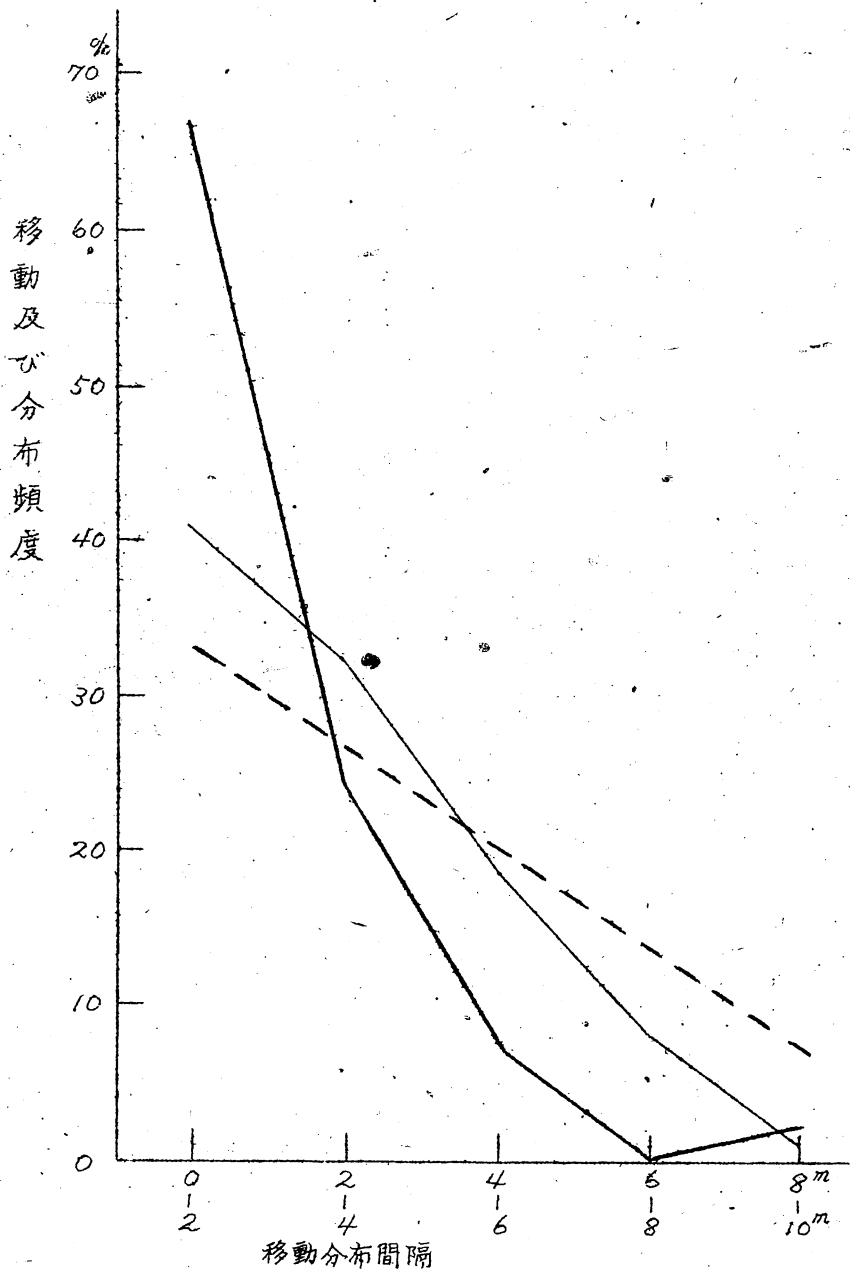


第15圖 分布間隔と移動距離の比較 (Ca+Cb池)



第16圖 分布間隔と移動距離の比較(C_0 池) (説明は第15図と同じ)





第18圖 分布間隔と移動距離 (Cc池) 説明は第17図と同じ

17m) について計算した結果は第15図及び第16図の^(GR)太線で示した曲線と

なつた。ところで実際の分布状態からの測定値はどうであつたかといふと、これは第10表(分布間隔)の通りとなつて、これを図に示したものが第15図及び第16図の細実線である。これらの図によつて見ると、細実線の殆んどすべてが太破線より上の方に出てゐて、4月2日(第10表)の材料を除く他は両実線は合致してゐない。細実線が短い間隔の測定値の場合でも太破線より上方(高い値)に出てゐるといふのは短い間隔に分布してゐる個体が多いことを示すものであり、結局分布が集中的であつたことを物語つてゐる。この点をもう少し明瞭にするため分布間隔を0~2米、2~4米、4~6米……等の階級に分け、それぞれの階級に該当する間隔の実測頻度を、全測定数に對する百分率であらしたものが第17図及び第18図であつて、これで見るとさきの図で細実線が理論値を示す所の太破線よりも上に出てゐたのは、やはり短い間隔の個体同士が多かつたためであることがわかる。

さて、Ca+Cb池及びCc池でのヒメアメンボの分布は大体どの日の状態から見ても(4月2日だけは機會的と見られるが)ほぼ集中的な分布状態をしてゐたことが数量的にも明瞭になつた。ところで個体の移動状態はこれにくらべてどうだつたであらうか。個体の移動では短距離のものが多かつたといふことは、既に判つてゐることであるが、この短距離といふのが、分布の集中的なものと單に相應するだけのものであるか、あるひはそれ以上に定居性が働いてゐるものかどうかといふのが問題として残されてゐる訳である。所で今、個体間の分布間隔がある長さ以下の場合の比率と、運動距離が同じ長さ以下の場合の比率とを比べてみると(第10表及び第15, 16図)、両方ともそれが機會的な場合の値 $\frac{a(2l-a)}{l^2}$ より高いことは今までのべた通りであるが、この両者の中では、短距離内の分布間隔の頻度が示す率の方よりも大きい。特に観察の時間的間隔が1日の場合における2米以内の移動の頻度は、全移動数の54%(Ca+Cb池)及び67%(Cc池)であるのに對し、同じ距離内の分布間隔の頻度は最高41%(Ca+Cb池)及び53%(Cc池)、平均28.4%(Ca+Cb池)及び31%(Cc池)であつて、両者の差はかなり

顯著である。即ち、短距離の移動個体の多いことは、單に分布が集中的なためばかりではないことを明らかに示してゐる説であつて、やはりヒメアメンボは、分布状態の如何にかかはらずそれぞれの存在場所から他へあまり移動しようとしなない定住性を具へてゐることを物語つてゐる。この場合の定住の範囲といふのは第17, 18 図で見ると2米以内のものが機会的移動の理論値をはるかにこえて甚だ多数を占めてをり、少くとも1日位でははじめの場所から2米以上も離れようとはしない傾向を示してゐるのである。¹⁾

以上の移動距離は、あるひは雌雄によつてちがひはしないであらうか。私は今まで雌雄を一緒にして取扱つてきたが、一應これも吟味してみる必要がありそうである。今標識個体の中、雌雄の別の明らかなものだけを取り出して、1日間隔の移動距離を比較してみると第11表の通りとなつた。これで見ると、Ca+Cb, Cc の二つの池共、移動距離は雌雄によつては先づちがひはないと認めることができる。

今までのべてきた所によつて、われわれはヒメアメンボ各個体の池内の分布状態は集中的であつたと共に、ヒメアメンボ自身も相當な時間の間、それぞれの存在場所附近の狭い空間(特に2米以内の場所)に止まらうとする定住性を持つてゐることを確かめることができた。前にのべた一池内に長く滞在す

1) この図は2米単位で示してあるが、もつと単位を小さくすればどうであらうか。今1米を単位とする移動の理論値を実測とを比較してみると下の表の通りとなる(括弧内は機会的移動の理論値。数字はすべて%)。

移動距離(米)	0~1	1~2	2~3	3~4	4~5	5~6	6~7	7~8
Ca+Cb 池	30(9.3)	24(8.8)	11(8.4)	9(8.0)	9(7.5)	7(7.0)	4(6.6)	0(6.1)
Cc 池	42(17.4)	28(15.7)	9(14.0)	15(12.4)	4(10.7)	2(9.1)	0(7.5)	0(5.8)

この表を見ると1米以内、及び1~2米の範囲の移動が機会的移動の理論値をはるかに抜き、それ以上の遠距離の移動は、上記理論値に近いか、またはそれ以下に落ちてゐる。即ち、ヒメアメンボの定住範囲はやはり2米程度の範囲内であることが判る。

第11表 雌雄による移動距離の比較

	Ca+Cb (%)		Cc (%)	
	♀	♂	♀	♂
0~2	45	53	74	63
0~4	73	65	89	90
0~6	91	82	100	95
0~8	95	88	100	95
0~10	95	94	100	100
0~12	100	100	—	—
0~14	100	100	—	—
0~16	100	100	—	—
0~18	100	100	—	—
0~21	100	100	—	—

といふことに對して、定住性が何も無關係であるといふことにはならない。なるほど、Cb池やCc池のように、密集群は一部分に集中してゐながら、池全体としてもやはり一つの連続した集団と認められる所でも、個体はその連続した集団の全部の地域を短時間では利用せず、一部分だけに止まる傾向があつた。しかしそのような集団といふのも、実はその一部分づつに長く滞在する個体が多く存在することによつて、はじめで作り上げられたものといへるのである。集団の大きさについて見ても、さきにH池で認められた集団が、少なくともはじめの中は2米の一區劃内にあさまる程度のものであり、後になつて人口がずつと殖えた時でさへ、1集団の大きさは二つ以上が融合したものを除いて大体この程度のもが多かつたといふことは、定住の範圍が2米以内のものが多いいふことに由來したものではないであらうか。もしさうとすれば、われわれはここにヒメアメンボの基本的集団として直径2米以内の小集団を考へることができらであらう。この基本集団の中においては、ヒメアメンボはその占める地域の全部を活動空間として利用し、且つその地域の中に永く止まらうとするであらう。H池の數個の個体で認められた部分的小集団内への定住の例は、この基本集団の存在を示すものではないであらうが、この

る傾向といふのも、要するにこのような定住性のあらはれであつたにちがひないのである。

ここでわれわれは定住性と集団形成との關係について少し考へてみよう。今のべた定住性は、個体の分布狀態の如何に拘はらず認められるものであつた。このことは、定住性といふ性質が、本來ヒメアメンボに具はつたものであることを示してはゐるが、集団の形成

ような基本集団の形成は定住性に基づくとはいひながら、一度出来上つた基本集団においては、定住性もその集団の一つの属性と見做してもよいであらう。人口が増加すれば基本集団は数多く出来、隣接するものは融合して大集団が形成されるであらう。H池においてはすでにこの例を認めることができたが、Cb池やCc池の全体にひろがる連続集団といふのも、最初はこのようにしてできたものではないであらうか。しかもこのような大集団の中においても、個々のヒメアメンボの動きは、最初の基本集団地域を大体において守つてゐる所に、集団地域の一部のみの利用といふことが起つてきてゐると考へられるのである。このような集団と定住性との関係については、動物の種社会の本質を明らかにする上から云つても、将来更に研究すべき必要のある問題であらうと考へるのである。

附 ナミアメンボの定住性

ナミアメンボにもヒメアメンボと同じ意味の定住性が認められるかどうかは、まだはつきりとはしてゐない。しかし多少なりともこの傾向はやはり認めることができるようである。たとへば3月下旬にCa池に入つた1頭のナミアメンボは、4月11日まで続けてこの池にだけ生活してゐたし、4月13日にCa+Cb池に現はれた11頭の中、6頭までは15日にも同じ池内で見ることができた。¹⁾ 但しこれらは1頭を除いて翌日にはすべて姿を消してしまつたのである。このように小池での滞在日数が割合に短かいといふことは、前にものべた通り、これらの池がナミアメンボの活動空間としては狭すぎるからかあつたためであらう。しかしはじめの例のCa池の1頭の場合は、遊び場所こそCa池全体を使つてゐたけれども休止する時は、大体定まつた同じ場所に歸つてゐたのであつて、やはり定住性を持つてゐることを暗示させるものがあつた。²⁾

1) これらのナミアメンボには、すべて標識をつけておいた。

2) オホミズスマシにもまた定住性が認められる。Ca池で標識をつけた1頭は(次項※へ)

VIII. ヒメアメンボ集團員の交替

私はさきに、標識個体が4月中旬にいたつて、急にはじめから棲みついてゐる池から多く姿を消したことをのべ、これがこの時期における密度の上昇に基づくものであらうと推定しておいた。今私はこれが間違ひでないかどうかを少し吟味してみたい。先づ総個体数消長と、標識個体全体の消長の関係から見て行くことにする。

1. 総個体数消長と標識個体数消長との関係

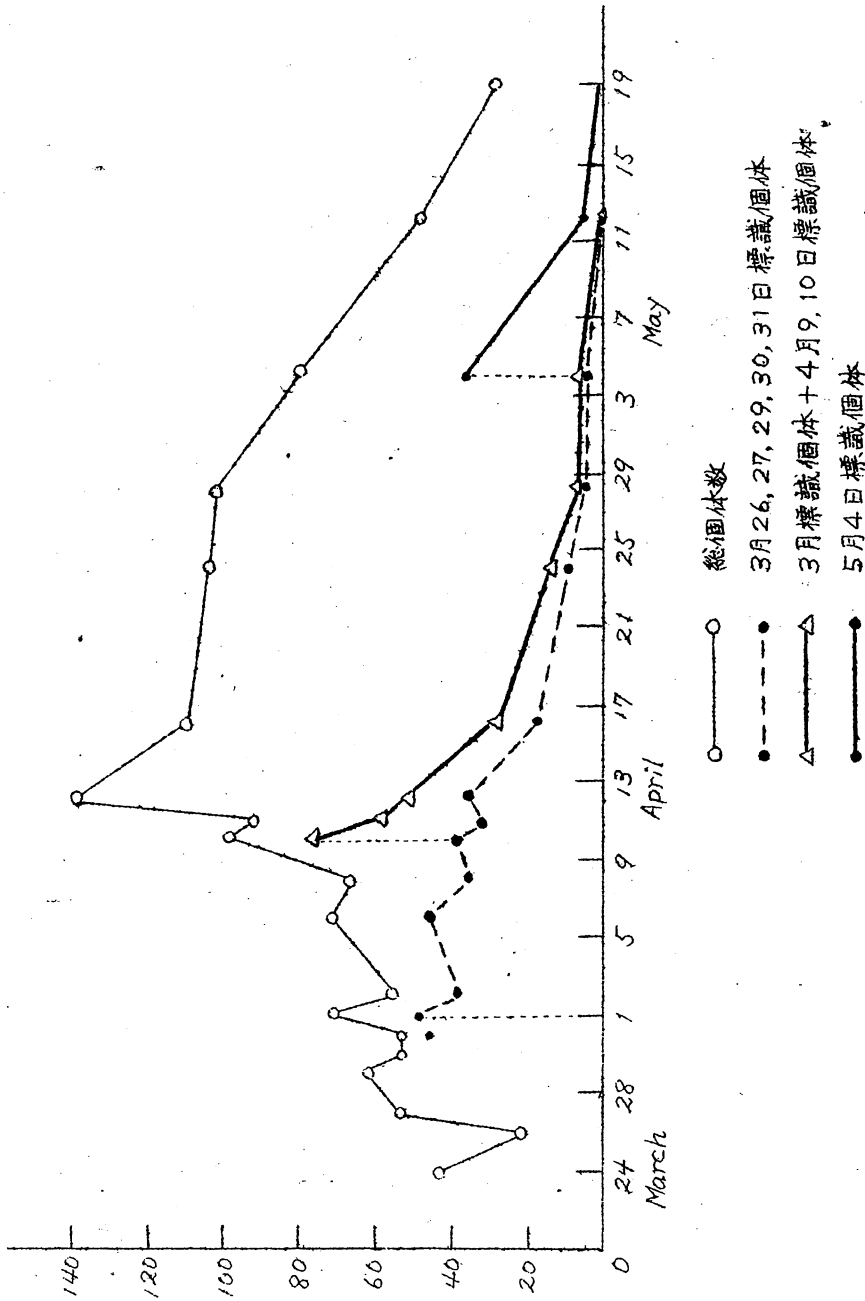
H池のものを除き、小池全体のヒメアメンボ総個体数と、同じく小池全体を通じて日々観察された標識個体数とを共に示すと第19図の通りとなる。

即ち、4月上旬には、標識個体数は標識の日以後次第に減少はしてゐるけれども、その減少率は至つて小さい。ところが4月10日を過ぎてからは標識個体の減少はかなり急になつてゐるのである。但しこの消長曲線は、池の上に居る個体数によつて画かれたものであるから、ある日の観察の際眼にふれなかつた個体の中には、斃死したものもあらうし、また全然別の池へ移動したものもあらうが、その他にも、その池の岸边によつて休止してゐたため見逃した個体も含まれ

※ 4月15日から24日まで同じ池に滞在し、しがも休む時はいつも大体同じ場所に歸つてゐた。またH池ではSt.12で標識をつけた5頭の中、1頭は4月11日から24日まで、同じ場所に定住し、残りの4頭も下表のような滞在状態を示した。

個体番号 観察月日	No.2	No.3	No.4	No.5
4. 11 ^日	St.12	St.12	St.12	St.12
4. 12	St.12	St.12	St.12	St.12
4. 13	St.12	St.12	St.7	?
4. 15	St.12	St.12	St.12	St.4
4. 16	St.7	St.7	St.12	St.12

但しこの4頭は、24日にはもはや何所にも姿を見出し得なかつた。



第19圖 総個体数消長と標識個体数消長との関係

てゐるであらうことをここにお断りしておかねばならない。4月上旬の標識個体の減少が総個体数の減少とほぼ平行し、また総個体数の上昇の際には標識個体数も幾分なりとも上昇してゐることは、このような活動休止の個体がゐたためにちがひないのである。前の第9図を見てもこの時期に実際に消失してしまつたといふ個体が非常に少なかったことがわかるであらう。

ところで4月10日以後になつて標識個体数が急に減少してゐるのは、これと少し誤がちがつてゐる。この急減少が單なる活動休止に基づくものでないことは、第9図に示した通り実際の消失数もこの時期には非常に顯著であることから知られるし、第一この時期に減少した個体数は其後一度も4月上旬のように回復してゐないのである。総個体数の方は第19図のようにこの時期に大増加してゐるのであつて、これから見ても標識個体の急消失が氣象條件などの影響によるものでないことは明らかである。しかも前に述べた通りその原因が、壽命一定説による早期出現個体の早期死滅論や、あるひは早期出現個体の高温に對する抵抗性の弱さなどによるものでないことは、3月の標識個体も4月9、10日の標識個体(この中には一部早期からの出現個体が含まれてゐるであらうが)も、ともに4月10日以後一致して急激に消失してゐる所からも知られる誤であつて、ここではやはり4月10日以後一般個体の大消失が起り、その一部として標識個体もまた急消失したものであると解釈しなければならぬであらう。しかも総個体の方はこれ程減少してゐない所から見れば、この消失と前後して多数の新出現個体があつたことを示すものと思はれるのであつて、結局この時期には、これらのヒメアメンボ集団では、頻繁な集団員の交替があつたと推察されるのである。

2. 消失個体数及び新出個体数の計算

今のべたような集団員の交替が、実際にはどの程度に行はれたかを知らうと思ふと、無標識の個体も含めた消失個体数や新出個体数を確めなければならない。ところがこの調査では毎日現はれてくる個体の全部には到底印し

をつけることができなかったから、消失、新出の実数は直ぐには判り兼ねる。
しかしさきにのべたように標識個体の消失が、一般個体の消失に伴ふ結果であるとする、両者の消失はほぼ同じ割合で行はれたと考へてよいから、前者を基にして消失数や新出数を計算することは不可能ではない。尤も毎日池に残つてゐる標識個体数が全個体数にくらべてあまり少なすぎると、このような比例による計算では誤差が多くなりすぎて役に立たないことになるが、この調査の場合には、3月末から4月末までの間を通じて、日々池に残つてゐた標識個体数は総個体数22~139に對して7~93であつて、多くの日は標識個体数が総個体数の半数近く又はそれ以上を占めてゐたから、このような簡単な比例計算でも先づ大した間違ひはなからうと考へられるのである。

この計算は次の通りに行つた。今ある日第I回の觀察をし、別の日第II回の觀察を行つたとして

第I回の総個体数を	N_I
第II回の総個体数を	N_{II}
第I回の日の残存標識個体数を	n_I
第II回の日の残存標識個体数を	n_{II}
第I回より第II回までの間に消失した総個体を	D
第I回より第II回までの間に消失した標識個体数を	d
第I回より第II回までの間に新しく出現した個体数を	A

とすれば

$$D = \frac{d}{n_I} N_I$$

$$A = N_{II} - (N_I - D)$$

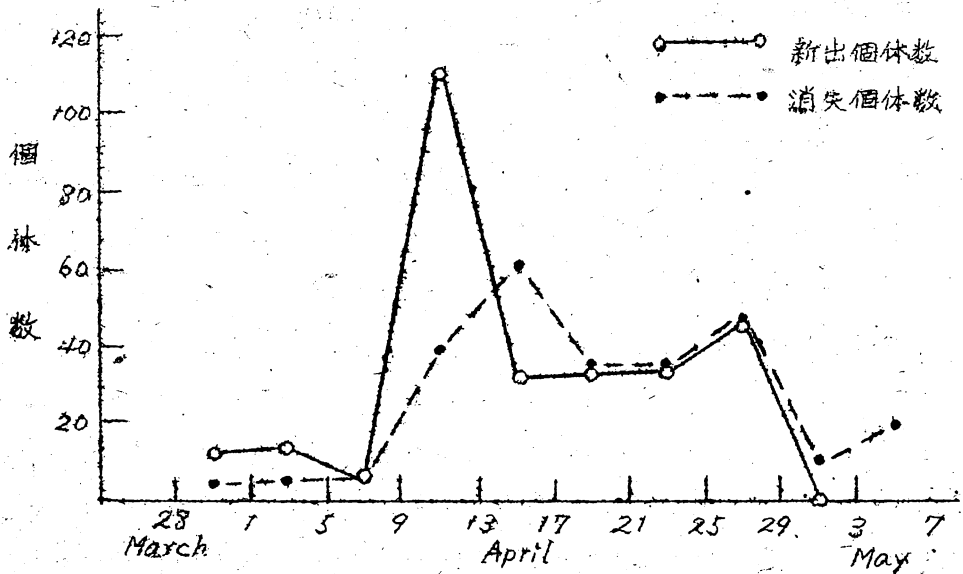
この二つの式によつて消失数、新出数は計算できることになる。

ところで、ここに一寸断つておかねばならないことは、残存標識個数としたものの内容であつて、これは單にある時に觀察された標識個体数ではなくて、その時にそれらの池又は池の附近で生存してゐることが確實な個体数である。即ち、それまでずっと見られてきたある一個体が、ある日池の中に見えなくなつてゐたとして

も、その翌日になつて再びここで見出されたならば、これは前日の残存標識個体の中に加へるのであつて、その取扱ひの仕方といふのは第19図をつくる場合に行つたのと同じである。消失個体といふのも同様に、ある日を最後として再びこれらの池では見られなくなつた個体をその日の消失個体とした。このように、実際にその日その日に見出された個体数を用ひずに、今のべたような方法を用ひな理由は、氣象條件などの違ひによつて活動個体数に多寡を生ずることの影響を除くためであつて、たとひ寒さのために標識個体の一部に一時的活動休止を行ふものができても、これを消失個体とするのは不合理だからである。従つてある日に総個体数や標識個体数が減少してゐたとしても、消失標識個体がなければ、その減少は一時的活動休止と見做して、全消失個体数は0と考へることにした。この場合、その翌日総個体数に増加があつたとすれば、前日の総個体数をそのまま N_E として計算すると活動再開個体と新出個体とを混同することになるから、その日の新出個体数の計算には前々日の総個体数を N_E として行ひ、もし数日前より引続いて消失標識個体のない場合には、それらの日の総個体数中の最大総個体数を N_E とすることによつて、新出個体数を計算することにしたのである。

このようにして小池全体のヒメアメンボに對して算出した毎日の新出数及び消失数を4日分ずつ合計して図示すると第20図の通りとなつた。尤も4月16日から24日までは觀察が缺けてゐるため、止むなくその間の新出、消失数を2分して、それぞれ17~20日、21~24日の各4日分にあてゐることにした。

第20図を見ると、新出数は3月下旬から4月上旬にかけては割合に少ないけれども、4月9日から12日の間に著しい極大があり、それ以後には幾分衰へを見せてはゐるが、それでもまだかなりの数を持續して4月末まで及び、5月に入つてから漸く全然現はれなくなつてゐる。一方消失数の方も大体これに近い状態ではあるが、極大の時期が少しおくれて4月13日~16日の間になつてをり、5月に入つてからまほ消失を續けてゐる。前にのべた4月10日以後の集団員の頻繁な交替は、この図において明らかに示されてゐるのであるが、



第20圖 小池總計の新出消失数

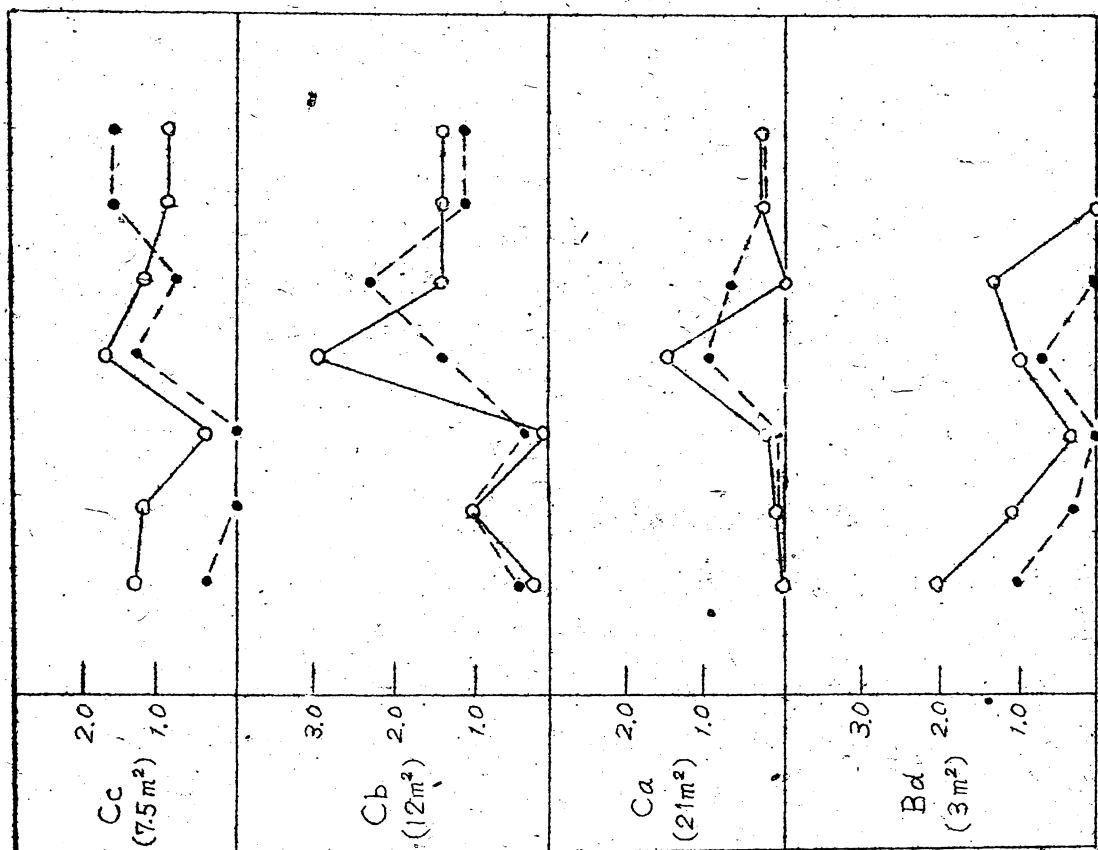
この交替の頻繁さが、さきに推定した密度の高さに本當に影響されてゐるものかどうかは、これだけではまだ確定はできない。もちろんこの時期が密度の高い時期に當つてゐることは間違ひないが、その密度の状態といふのは池によつてちがふ訣であるから、一つづつの池の新出、消失数を知り、これとそれぞれの時期の密度とを比較しなければその關係が明瞭にされたとはいへないからである。そこで次には一つづつの池についての新出、消失数を調べてみよう。

3. 各池の新出、消失数

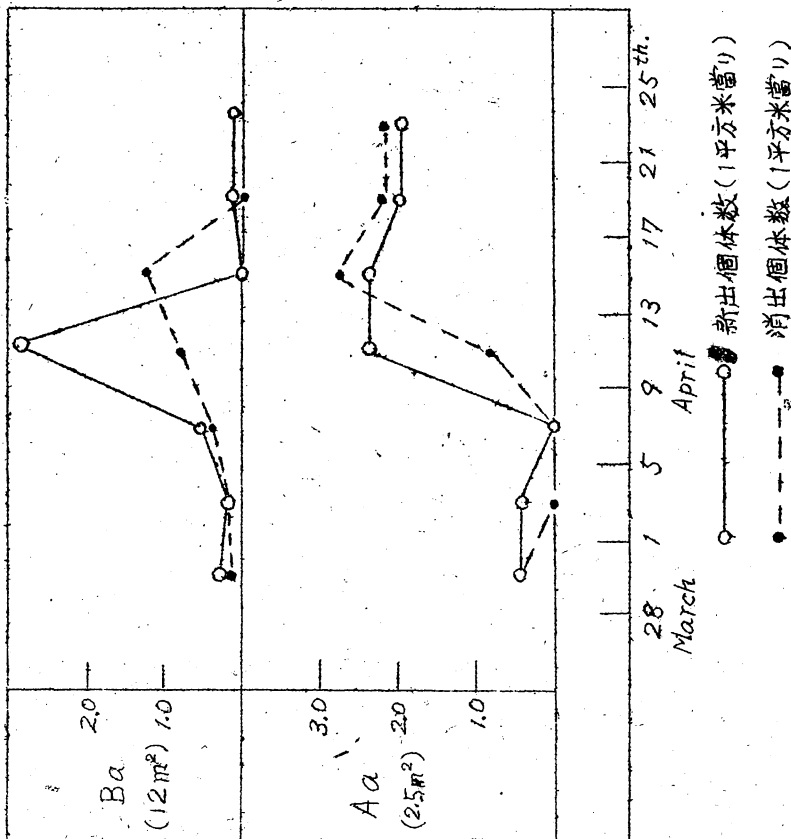
各小池の新出、消失数の計算も、さきにのべたのと同じ方法で行へばよい訣であつて、この方法によつて4日を單位とする新出、消失数を計算し、これを1平方米當りの水面面積に對する個体数に換算して図示した結果は第21圖の通りとなつた。この場合実数によらずに單位水面面積當りの数になほしたのは、ちがつた大きさの池を相互に比較する上に便利でもあり、また密度との關係を見る上にも必要だつたからでもある。なほ小池の中には、

標識個体があまり少なすぎて、計算結果が粗雑にすぎるおそれがあるものもあつたので、それらを除いた Cc, Cb, Ca, Bd, Ba, Aa の六つの池だけの結果を図示することにした。

この六つの池の新出、消失状態を見ると、先づそれが池によつてかなりちがつてゐるのに注意をひかれるのである。尤も Bd 池だけは垂直のセメント壁にかこまれ、ヒメアメンボの自由な交替には甚だ都合の悪い条件を具へてゐるから、これだけは特別と見てよいが、残りの五つでも、これを大別すると Cc, Cb, Aa の 4 月 13 日以後も新出個体数の多い型と、Ba, Ca のようにそれが少い型とに分けることができる。しかも前者の型の池は、密度の消長による分類では第 II 型を示した池であり、後者の型の池は第 I 型の池であつたから、密度の



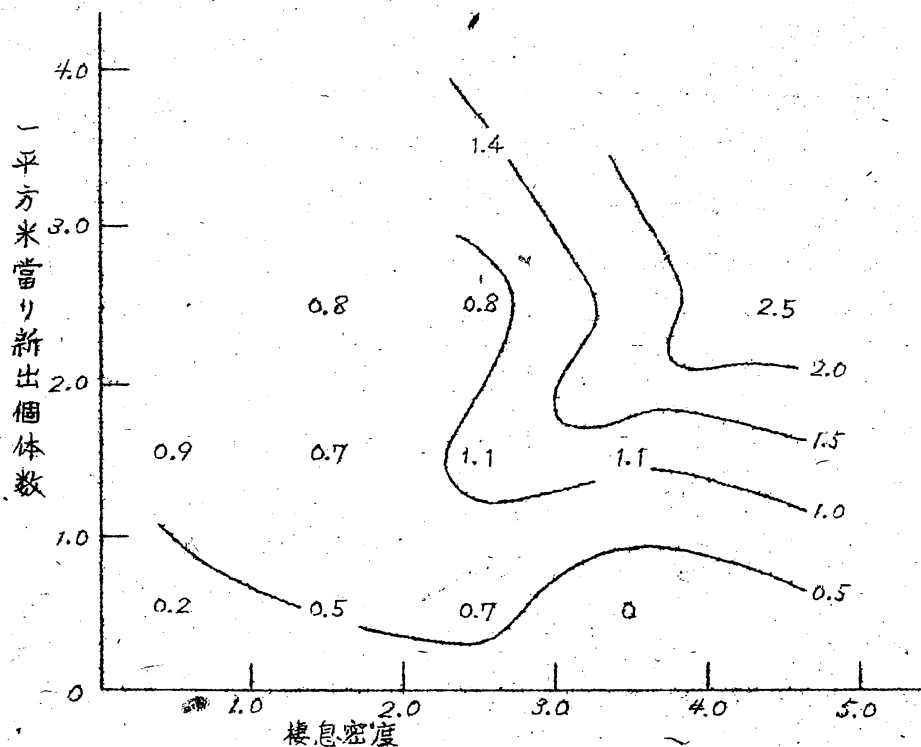
消長によって分けた型は、集団員の交替状態の相違をも同時に示してゐることになるのである。ところでここは興味があるのは、第II型の池は、棲息密度の点では4月10日前後でも大して著しい上昇は示してゐないのに拘はらず(第10図)、新出個体数の点では第I型の池と同じような大増加を行つてゐることあつて、これは明らかにヒメアメンボにとつて飽和状態に近い池でも新らしい個体の侵入を妨げるものではないことを示してゐる。このことは、さきに各個体の一池内へ定住といふ点からも推定したのであつたが、今ここにおいてこれを確かめることができた訳である。飽和状態に近い池でもアメンボの侵入を妨げないといふことは、いふまでもなくアメンボが高密度の池でも入るのに躊躇しないといふことであるが、その結果はこれを高密度の池は人口過剰を來して、その一部



第21圖 各小池の新出消失数

分が外へ飛び出さなければならなくなるであらう。そしてこれが4月10日以後の集団員交替を頻繁にした主要な原因であらうと考へることができる。

このことをもう少し明らかにするために、新出、消失数と棲息密度の相互關係を一つの図にあらはして見よう。第22図がこれであつて、この図はAa, Ba, Ca, Cb,



第22圖 新出、消失数と棲息密度の相互關係

Cc池の4月24日までの資料を基とし、1平方メートル當りの棲息密度(4日平均)及び同じく1平方メートル當りの新出数をそれぞれ両軸にとり、これらの夫々の値に相應する消失数(1平方メートル當り)の平均値を等消失数線によつて示したものである。これで明らかのように、消失数は棲息密度、新出個体数の両方とも多い時に最も多く、どちらかが少なければ消失数もまた少ないのである。なほ資料を4月24日までのものに止めた理由は、越冬個体数の衰退期を除外するためであつて、もしこれを加へるとすると、この時期に多い筈の

生理的壽命(Physiological

longevity)の盡きることによつて起る自然死もしくは老衰による溺死¹⁾のための消失が、上記の消失数の中に多く加はる可能性があり、しかもこれらに基く消失は、棲息密度や新出個体数の多少とは直接何の關係もなく行はれる訳であるから、衰退期の資料を除外することによつて、その影響の混入を防ぐ必要があつたのである。尤も4月24日以前でも、このような溺死や自然死による消失がなかつたとはいへないが、これは割合に少なかつたであらうといふのは、Bd池の消失状況からも推察されるのである(第12表参照)。この池は屢々のべた通り垂直のセメント壁にかこまれ、セメアメンボの脱出がかなり困難であつた關係上、この池の消失個体数によつてある程度まで斃死個体数の状況を察知できる筈である。ところで第12表に

第12表 Bd池での標識個体消失状況

観察月日	総個体数	マーク個体数	消失マーク個体数	
			移 転	消 失
3.28 ^日 ~3.31 ^日	6~12	6~12	2	1
4.1~4.4	9~10	9~10	0	1
4.5~4.8	10~11	9	0	0
4.9~4.12	11~12	8~10	1	1
4.13~4.16	13~16	8	0	0
4.17~4.20	13~17	8	0	0
4.21~4.24				
4.25~4.28	10~17	8	0	2
4.29~5.2	10	6~5	0	1
5.3~5.6	10~0	5~0	0	5
5.7~5.11				

よると、消失標識個体の中、後になつても他の池で見出せなかつたものの数は、4月25日以後に多く、それ以前には3月末、4月初に少数認められるだけである。しかもこの初期においては、他の池に實際移転してゐる個体もあることであるから、消失個体の

1) アメンボが老衰すると、肢は体を空中に保つ力がなくなり、体の下面は水に接するにいたる。従つて体の下面は水に濡れ、次に体の表面は水に全く浸潤せられ、体は水中に没して溺死し屍は水底に横はる(高橋, 1921)*。即ち高橋氏は、この死は溺死であつて自然死ではないとのべてゐる。

* 高橋良一。アメンボ類の觀察(第二報)。昆虫世界, 第25巻, 8-12頁。大正10年。

中には他の末調査の池に移ったものが含まれてゐる可能性もあり、結局4月24日以前の実際の斃死数は非常に少なかったことと推定されるのである。もちろんこの池の材料は数も少いことであるから、この結果をすぐ他の池すべてにそのままおし広げる訳にも行かないが、とにかく活動最盛期の頃の消失は、斃死よりも移転によるものがずっと多かつたであらうとは想像できるであらう。

要するにヒメアメンボがある池に侵入する場合、もしもその池の棲息密度が既に高くなつてをれば、侵入に伴つて他へ移転する個体を生じ、これによつて密度の平衡状態が維持されることになる。又もしその池の棲息密度が低ければ、侵入に伴ふ移転個体はあまり現はれないが、その反面、次々と侵入してくる個体が集まることによつて次第に密度が高まり、それにつれて消失個体も増加するようになつて、最後に平衡状態にまで達すると認められるのである。但しこれは全個体数の衰退期に入る以前の機構であつて、衰退期に入れば斃死による消失個体が、密度や新らしい侵入個体数とは関係なく大いに増加することであらう。

4. 消失個体の行方

さきにのべた通り、ヒメアメンボ密度が平衡を保つてゐる時期、あるひはそれ以前の時期には、斃死個体数が割合に少ないものとすれば、それぞれの池から消失した多数の個体は一体何処へ行つたのであらうか。この点についての私の資料は甚だ不十分であるが、小池同士の間では実際にある程度の移動が認められてゐる所から判断すれば、これらの時期の消失個体の大部分は他の諸池に移転したにちがひないと考へられるのである。ところで移転先の池が同じように高密度の状態にあるものとする、再びここから新らしく他へ移転する個体が現はなければならないことになるから、このように高密度の池が近くにあらんで幾つか存在してゐると、これらは互に作用し合つて、個体の入れ代りを益々頻繁にして行くものと考へられる。小池全部の場合あるひはCc, Cb,

Aa池などで、4月下旬になつてもなほかなり多数の新出個体が見られてゐるのは、今いった池から池への相互移転の結果であらうと思はれる。そしてもしもこの附近に低密度の池があれば、このような移転の相互促進の結果として、この池に對する殖民も急速に行はれ、密度は急激に増大するにちがひないのであつて、現に第Ⅲ型の池において4月中旬密度が急上昇してゐるのは、冬眠より覺めた個体の増加とともに、この移転の相互促進も大いに影響してゐるものと見られるのである。

5. 集團員交替に關係する他の諸要因

私は今まで、ヒメアメンボの池から池への移転がどのような状態において特に盛に行はれるかを調べ、その結果池の中の棲息密度と新らしい侵入者の数の多少とが、この移転の盛衰に對して重要な關係を持つてゐることを大体明らかにすることができた。ところでこの移転、あるひは集團員交替に對して關係してゐる要因は果してこの二つだけであらうか。もつと別に、この二つと同様の本質的關係を持つてゐるものがありはしないであらうか。われわれは一應この点について吟味してみなければならぬであらう。

今まで見てきた所から考へると、池の状態、その廣さや内部の棲息場所としての諸條件は、この交替に對して無關係といへないことは明らかである。ヒメアメンボは先づ好適な場所へ集まり棲息密度を増大させて交替を惹き起す一つの素因をつくつてゐる。しかし一方から考へると、如何に好適な場所であつてもその附近のヒメアメンボ活動数が少なければ棲息密度は増大しないであらうし、従つてまた交替も頻繁には起らないであらう。逆にあまり好適とは思はれない場所でも、他の場所の密度の状態如何によつては、ここも高密度になる可能性があり、交替もまた頻繁になり得ると思はれるのである。このような關係は、すでに4月10日頃以前の集團員交替状態と以後の状態との比較でも示されてゐるし、また活動後期の第Ⅱ型の池と第Ⅲ型の池の棲息密度の比較からでも推定することができる。従つて池の状態が集團員交替に關係してゐ

ることが確かとしても、その関係は間接的なものであり、そこに集るヒメアメンボ集団内部あるいは集団相互の関係を通すことによつて、はじめて集団員交替と結ばれてゐるものである。ただ棲息場所としての條件が不適當な場所へあらはれた個体は、自ら定住性を持つてゐるのに拘はらずその場所の不適當さを嫌ひ、やがてここを立去つてよりよい場所に赴くといふこともないではないであらう。この場合は集団員の交替とはいへないにしても、場所的條件が移轉の直接原因となつてゐると認めてよい訳であつて、小さい水瓶に現はれた個体が翌日にはもう姿を消すといふこともその一例と見られるのである。しかも一般的に見て少くともある程度定住性を發揮できる場所における交替は、やはり集団の働きを通じて行はれるものであり、これが集団員の移轉又は交替といふ点からいつてより本質的あるいはより本筋に當るものと考えることができるのである。

4月10日以前と以後とで交替の頻度がまるでちがふといふことは、われわれにもつと別の要因の働きを示すものではなからうか。私は今までこの二つの時期の主要なちがひとしてヒメアメンボ活動数、あるいは棲息密度のちがひを取り上げてきたのであつたが、第8図を見る時、われわれはこれらの差異以外にもなほ温度のちがひ、あるいはナミアメンボの個体数のちがひといふ二つの顯著なちがひを認めることができる。これらは果して集団員交替に関係してゐないであらうか。

温度の相違が集団員交替に及ぼして無関係でないといふことは、われわれは二つの点から認めることができるであらう。その第一は越冬個体の活動開始に及ぼす影響であつて、4月上旬以後活動個体数が急に増したといふのは、恐らくこの温度の上昇によつて冬眠より覚めた個体が増加したことを示すものと見て間違ひないであらう。そしてその結果は池の棲息密度を増大させ、あるいは池への新らしい侵入個体を増加させることによつて、集団員の交替を惹き起したと見られるのである。第二の点は、それぞれのヒメアメンボ個体の活動状態に及ぼす影響であつて、温度が低ければその活動は鈍り、温度が高け

これは活動が旺盛になるといふのは、ヒメアメンボでも他の昆蟲と同じ様に観察することができる。すると高温の場合には、それぞれのヒメアメンボ個体は、低温の場合より、廣い水面にわたって活動しようとする傾向が見られはしないであらうか。私の今の材料はこの点を立証するにはまだ不十分である。しかしこのようなことがもしもあるとすれば、一つの池の高温時のヒメアメンボ收容力は低温時よりも低下し、従つて低温時の場合よりも低い棲息密度で平衡状態に達して集団員交替が頻繁に行はれるといふことが考へられるのである。その上、活動が盛になれば、池から池への移轉行動も割合に容易に行はれるであらうから、この方面からも温度の相違が集団員交替の頻繁さに關係する可能性も認めてよいであらう。

ところで温度の相違が集団員交替に對するこの二つの關係の仕方、越冬個体の活動開始に對するものと、個体の活動状態に對するものといふこの二つは、何れも交替と關係してゐるとはいふものの、その關係はやはり直接的といふよりもむしろ集団の棲息密度を通じての間接的なものと認められるのである。第一の点はいふまでもないこと、第二の個体の活動が旺盛になつた場合でも、棲息密度が低ければ交替は少ないままで止まるであらう。畢竟高温の作用といふのも棲息密度を通じて、交替を促進さす程度と見てよいと考へられる。

それではナミアメンボの出現についてはどうであらうか。この種類の主な活動空間は前にのべたように大きな池ではヒメアメンボの空間よりもより池心部に近い所を占めてをり、両者の間には一種の棲み分け關係が見られてゐた。しかしこの棲み分けは完全な地域分割ではなくて、ナミはヒメの生活空間にも侵入し、其所をもまた自分の生活空間の中に包含して、ヒメとの間に地域を重複させてゐたのである。このような重複的棲み分け關係の下では、ヒメの集団は零々ナミの侵入をうけ、その群は攪乱をうけるおそれがあつた。また小さい池においても、池によつてはナミはその活動最盛期に数頭姿をあらはし、ヒメの群の中にまじつて活潑な滑走を試みてゐた。このようなナミの出現数が多くなつた時期は、第8図や第10、12図にも示されてゐる。

通り、やはり4月10日以後であるから、この中型種による集団攪乱の、ヒメアメンボ移転に及ぼす影響もしくはこれが移転の機縁となる可能性は當然考へられてもよいのである。

ところでこのような可能性は十分に認められながらも、実際のヒメアメンボ集団員交替は必ずしもナミアメンボの出現を必要としないことが実例で示されている。たとへばAa池の場合がそれであつて、この池には一度もナミアメンボが現はれなかつたのに拘らず、4月10日以後の集団員交替はやはり顕著に行はれてゐるのである。してみると、ナミアメンボ出現はそれによつてヒメ集団員の移転を促進する効果は假りに挙げてゐるとしても、ヒメ交替にとつて欠くことのできないものではなく、本質的に重要なものであるともいへないのである。尤も、ナミが現はれると、ヒメの利用可能水面を狭くし、従つて一つの池の中のヒメ收容可能数を減少させるといふ可能性は充分認められるであらう。H池などで4月12,13日頃一度激増したヒメの個体数が、16日になつてかなり急に低落したといふことは、恐らくその頃のナミの犬増加による影響の結果と見ていいのではないかと思はれる。しかしそれにしてもナミ出現の、ヒメ交替に對する影響は、やはりヒメ集団棲息密度を通じての間接的のものであるといはなければならない。

以上のように、ヒメアメンボ集団員交替に重要な関係を持つと思はれる池の状態、温度やナミアメンボ出現等について吟味した結果は、何れも交替にかなりの影響を及ぼしてゐるといふ点は間違ひないと思はれるが、その影響は大体においてヒメアメンボ集団の棲息密度を通じて働く所の間接的影響であつた。従つてヒメアメンボ集団員交替といふのは、集団自らがこれら影響を受けながら、棲息密度の平衡保持のために行ふ、自律的な機構であるといふことができる。そしてこれはまた自然における生物集団の持つ、集団としての独特な一機能ではないかと思はれるのである。

IX. 結 び

ヒメアメンボの棲息密度と移動との関係を中心とした私の観察調査結果の記述は以上で終る。しかし私は最後にこの観察の跡を今一度簡単にたどつてみて、そこから注意されてよい問題をいくつか拾ひ上げてみたいと思ふのである。それらはあるひはアメンボの世界における特殊現象であると思ふされるかもしれない。しかしその特殊性といふのも、実は特定の動物に對する一般性の具体的なあらはれであると考えらるならば、われわれはそれらの問題の中から、動物集団の構造機能の内容の一端をさぐり出し、一般生態学の立場からこれを意味づけ評價することも、あながち行き過ぎとはいへないであらうと思ふのである。

先づ生物社会における地位がいへば、ヒメアメンボは肉食者だけから構成される水面同位複合社会の一員であつた。この社会内においてヒメアメンボはナミアメンボの生活空間の一部に自らの生活空間をもち、自らの集団を形成することによつて逆にナミアメンボと拮抗し、これと地域を分ち合ふ。たとひその集団の中には、時として僅かの *Gerris sp.* やオホミズスマシが混つてゐたにしても、その集団は大体において純粋な一種のみの社会集団であると思ふてよいものであつた。そしてまたこの故にこそ、ヒメアメンボ集団はナミアメンボの侵入に對して、多少なりとも抵抗力を持ち得たのであらう。これら水面生活者相互間の地域関係から押し広めて、私は一般同位複合社会内においても、少なくともその中のある層にはアメンボ類の間に見られるような重複的棲み分け現象が行はれてゐるのではないかと推定したのであつた。しかしその當否の決定は、一般生物社会の社会構造的な研究が今少しよく行はれるようになるまで待たねばならないであらう。

ところでヒメアメンボ集団が、このような純粋性を比較的よく保つてゐたといふことは、野外集団の集団としての特徴をとらへる上からいつて誠に好都合といふべきであつた。私は一先づいくつかの小さい池を單位とし、それぞれの棲息密度の消長を比較することによつて、棲息場所條件の相違に應ずる集団形

成状態の相違を見ようとした。池を別にする事によつて集団形成は一應相互独立的に行はれるものと考へられたからである。その比較の結果、私は池を単位とする棲息密度消長に三つのちがつた型を見出すことができた。低密度型ともいふべき第Ⅰ型と、飽和型ともいふべき第Ⅱ型と、そして特別の高密度時期を持つ第Ⅲ型とがこれである。そしてこれらの型の相違といふのは、單に棲息場所の條件によつて一義的に最初から定められてゐるものではなくて、むしろ近接する集団相互の關係を通じて、集団棲息密度の相互作用の結果としてもたらされたものであると考へることができた。このことは一般の動物密度調査においても、單に一地点の密度消長だけでその地域全体の消長を代表させることが甚だ危険であることを示すものといへるのであつて、更にそれら密度の相互影響の及ぶ範圍、動物がその中での相對的の最適場所を選ぶ一つの地域の拡がりを見出すことがいかに必要であることを示すものであらう。この地域に對して私は「密度地域」といふ名稱を與へたが、このような意味の地域は、人が便宜上任意に分ち得る地域ではなくて、動物の種類により、生活様式や習性の如何により、また土地の狀況の如何によつて、自づから異つてゐる地域であると思はれる。それは今まで具體的には殆んど注意されずに來てゐるけれども、自然における動物の生活の理解のためには無視できない單位地域の一つをなしてゐるものではないかと思はれるのである。

さて、私がさきに見出した棲息密度の三つの型の中には、密度の取扱ひにおいて、必ずしも同じ基準から求められたものとはいへないものが含まれてゐる。他の型に對する第Ⅰ型がそれであつて、他の型はとにかく池全体がヒメアメンボの生活空間をなしてゐる小池から得られたものであるのに對し、第Ⅰ型はヒメアメンボ非生活空間を含む所の大池から得られにものであつた。Elton に従へば、¹⁾ 前者の密度は最高密度 (Highest density) と呼べるのに對し、後者の

¹⁾ Elton, C. Territory among wood ants (*Formica rufa* L.) at Picket Hill. J. Anim. Ecol. Vol. 1. pp. 69-76. 1932. (次頁※へ続く)

密度は経済密度 (Economic density) の中に入るものであつて、両者は密度を見るための単位地域のとり方がはじめからちがつてゐたのである。してみると後者の中には、更に最高密度を呈する場所が含まれてゐる筈であつて、これを取り出して比較してこそ、比較は単位を同じうし満足に行ひ得るものといへるかもしれない。実際においても、私は第I型の小池の内部において、「最高密度」を示す部分的集団を多く見出すことができた。そしてそれら小集団の棲息密度消長には、小池の場合と同じ型の相違を見ることができたのである。このことは集団の性質を知る上に重要であると思はれる。部分的^(小池の集団とも)小集団と比べた場合、前者は自由な交通を許す水面によつて連絡され、後者は陸地によつて相互に切り離されてはゐるけれども、集団形成にとつてはそれは本質的なちがひとはならなかつた。大池の部分同士は丁度小池同士と同じように相互に一應独立し、しかもその形成維持には相互の密度が関係し合つてゐたのである。このことはまた集団の地域的拡がりを決定するものは何かといふ点にも自づから觸れた問題となつてくる。小池の場合は外的條件—特に池の形狀、大きさが内部集団の大きさ形態を決定したかのようにも一應見える。しかし大池の部分的集団の形成状態からみれば、集団の拡がりを決定するものは、外的條件よりもむしろ集団自身である。勿論場所的條件の相對的價值が、ここに個体を集合させるための一つの契機となつてゐるといふのは間違ひないにしても、一集団が大体2米以内の直径を以て形成されるといふのはむしろヒメアメンボ自身の働きであると思ふ。人口が増えれば集団はそれ以上拡がりを増す代りに内部の棲息密度を増大さす。棲息密度が一定の限度に近くなれば、過剰人口のはけ口として別の場所に新しい集団が形成されるのである。

※ Elton, C. *The Ecology of Animals*. London. 1933. p. 51-52.

Eltonによれば、1種動物の密度をいふ場合、一地方全体を単位とする密度は最低密度 (Lowest density) であり、実際の棲息場所における密度は経済密度、更にその中で特に動物が密集してゐる場所の密度が最高密度である。

尤もこの場合集団は全然大きさを变化させないといふのではない。内部の密度増大につれてやはり多少の拡大が行はれることはH池の例でも認めることができた。しかしヒメアメンボの場合はそれはある小さい範囲の拡大であつて、人口増加に応じて空間の許す限りいくらでもその大きさを上げるといふ性質のものではなかつたのである。尤集団はできるにしても、それは隣接集団の融合によるものであつた。一集団は自律的に自らの大きさと密度と、そしてその地域とを限定する働きを持つてゐたのである。

これらは小池の場合でも同様にあてはまることであるにちがひない。尤もA池やB池は池の大きさ自身が二個以上の独立集団の形成を許さない事情にあつた。しかし細長いC池では少なくともその長辺方向には二個以上の集団が形成されてもよい筈であつた。そして実際においてもヒメアメンボめ集合状態は部分的に集団状をなしてをり、それは統計的取扱ひにおいても集中的分布状態として現はれてきてゐたのである。しかしC_b、C_c池では早くからそれらの集団はすべて融合した状態にあり、水面はすべてヒメアメンボの利用空間となつてゐた。その融合が集団数が非常に多くなつたためであるか、あるいはそれぞれの集団の少しづつの拡大によるものかは今決定できないにしても、そのような融合状態にあつたことが、これらを私が一集団的に取扱つてきた理由であり、また池全体の密度を一つの最高密度と認める上に少しも差支へを生ぜしめなかつたのである。¹⁾ところで、「最高密度」と「経済密度」とはこのように一應區別して考へる必要があるにしても、この両者は果して劃然と分けられるものであらうか。私は今まで一つの池の中でも新らしい集団が形成され旧い集団と融合し、また融合しなくても新らしい場所を集団の場所として占有することをのべた。これらははじめの非利用空間の利用空間化であり、池全体を単位にとるならばその密度は経済密度から最高密度への移行である。

1) 但し連続してゐるCa+C_b池ではCa部分とC_b部分では明らかに別個の集団を形成してをり、私が本文でとり扱つてきたように、Ca池とC_b池とに分けて考へることが必要であつた。

その移行は池全体の個体数増加に関係し、それはまた他の池をも含めた一地域全体(密度地域)の個体数に関係する。池がある程度以上大きければ、個体数の如何に拘はらず池心部にヒメアメンボ非生活空間が残されることは考へられるが、それ以下の程度の池であれば、他の池との密度関係如何に應じて、集団数やその占める地域は増減し、池全体の密度はある場合は最高密度となり、ある場合は経済密度となるであらう。單なる密度といふ一般的名稱で片づけるのに比べて、最高密度、経済密度等の區別を行ふことは、野外の動物密度取扱ひとしてはその具体的生活に一層よく觸れたものであり、それだけはあるかに進んだ考へ方を示すものであるが、これら概念の實際への適用に當つては、なほこのような注意すべき点が多くひそんでゐるのである。

さて私は、さきに小池の集団はもとより、大池の部分的集団においても、集団同士はその形成持続の点において相互に関係し合ひながら、一面において相互に一應獨立してゐることをのべた。ところでこのような集団の獨立性といふことは一体何によつて認められるものであらうか。われわれが集団を集団として認めるのは、普通個体の集合の度が他の部分に比べてより密であり、いはゆる集団的形態をとつてゐるといふ点に基く。しかし集団の獨立といふこと、もしくは一集団がそれ自身としてある機能を営む一統の統一體であるかどうかといふようなことは、單なる集団の外的形態だけでは判斷されないであらう。われわれはここで一集団内における各個体の關係、集団をつくることによつて起る經濟的、生理的の各種の影響、あるひは集団同士の相互關係といった問題に當面する。これらは何れも集団の機能に觸れた問題であり、個体の現實の生活がその中で営まれる社會の特質に關係した問題として、われわれの注意を促すのである。私の試みた集団内部あるひは集団から集団への個体の動きの觀察は、これらの問題に立ち入るための第一歩的な試みであつた。しかも集団のもつ内部的諸機能は、現象的には常に集団を形成する個体の動きとして現はれるであらうことを考へるならば、これらの動きにおいてこそ、われわれは集団の持つ機能的特質を外面的ではあるけれども綜合的にとらへることができのではないかと思

はれたのである。

さて、ヒメアメンボ集団においては、それが一つ一つの小池を単位とするものであると或ひは一池内の部分的集団であることを問はず、一集団の成員は少なくともある期間集団内に止まり或ひは止まらうとする傾向が見られた。いびかへるならば、集団は個体が單に一時的に立ち寄り直ぐまたどこかへ行ってしまうといった偶然的な運動の集積による群集ではなくて、それ自身その内部で個体の生活の一時期もしくは一期間を継続維持させるに足る所の一つのまとまりであつた。近接する集団同士の間では、個体は屢々一方から他方へと移動する。しかしその移動は單なる機会的運動による移動ではなくて、一方の集団における生活の好適さを欠くようになったための、よりよき生活場所を求めての止むを得ない移動であると考へられたのである。もしも事情さへ許せば、集団員は永く一集団に止まりそこを生活の場所として過すことであらう。もしも集団が大きければ、それぞれの集団員はその内部でもある一定の範囲、ヒメアメンボで私が確めた所ではほぼ2米程度の範囲の中に定住しようとする。かくて一集団は、それ自身として他の集団から離れた空間的の独立形態を作るのみならず、それはまたその内部をのみ生活の場としようとする傾向の集団員によつて構成せられ、しかもさきにのべたように自律的に自らの大きさと地域とそしてその集団員の密度までを限定する働きをもつ一個の統一体であり、それは同時に他の集団に對する一個の独立体であつた。もちろんその独立といふのは集団相互が全然關係をもたないといふ意味の独立ではない。反對に集団同士は、互に關係し合ふことによつて形成され持続される。即ち、集団は相互に關係し合ふことによつて独立し、逆に独立することによつて互に結はれ合つてゐるのである。

さて、Ca+Cb池やCc池で見られたヒメアメンボの定住範囲が、ほぼ2米程度であるといふ点において、大池の部分的集団の大ききの範囲とほぼ一致するといふことは、集団の大ききと定住範囲との間に何等か特別の關係が存在するであらうことを、われわれに感じさせずにおかない。私はここからヒメアメンボの世界における基本集団としての小集団を考へた。大池の部分的集団

といふのが、これに當る訳であり、Cb池やCc池の集団はいくつかの基本集団の融合によつてできたものと考へられたのである。基本集団は今のべた自律性を具へた独立集団としての最小の單位であり、その大きさほぼ個体の定住範囲によつて決定されるであらう。このことはまた、基本集団においては、各集団員の定住範囲はすべてのものに共通であり、各員はその共同の集団地域内において活動することを意味する。このような基本集団は、ある広がり地域の中において、土地の状況と全活動数の如何によつて、相互に関係し合ひながらいくつか形成せられ、全活動数の変化に應じて、あるひは消滅しあるひはその数を増し、あるひは接近して発生したものの同士が融合して大集団を形成するであらう。そしてこれらの大小諸集団全体を含む大地域集団は、更にいくつか並存することによつて一地方のヒメアメンボ社会を形成するであらう。このようにして種社会としてのヒメアメンボ社会の内部構造は理解されるのではないと思はれる。種社会における各個体の生活は現実には集団の一員として集団の中で営まれるが、その集団の最小の單位は即ち基本集団であると考へられるのである。

基本集団に對するこのような考へを導く経路として、私は先づ集団の集団的形態をとらへ、次いでその形成持続における集団相互の關係、及び自らの形態、密度、地域占有における自律的な機能的側面を見、そしてその自律性に關係する個体の動きと、集団員に於る空間共有の關係から、集団形態維持の内部機構の一端にふれた。これらの諸点を通じて、最も私の注意したい所は、集団を集団として認めるためには單なる外部形態だけから取り上げられるべきものではなくて、むしろその集団的統一を示す所の機能、その機能を發揮させる所の内部機構により多くの重点をおくべきではないかといふ点である。集団的外部形態といふのは要するに個体集合の疎密の度によつて決定せられるものであるが、いづれを疎としいづれを密とするかといふことはヒメアメンボの場合には比較的はつきりしてゐたが一般には結局相對的問題であり、どれだけの集結状態を以て集団とするといった所で、それは單なる人爲的の區分であつて、動物の生

活單位としての集団を意味することにはならないであらう。むしろ形態的には疎開してゐても、その内部の個体同士が特殊の關係で結ばれ、それらの關係を通じて機能的に集団的統一を保持してゐる場合には、われわれはその一団を集団として認めて毫も差支へないと思はれる。このような集団は必ずしも哺乳類の群 (Horde) や、哺乳類、鳥類の家族集団、蟻や蜂などの所謂社会性昆虫の家族集団などの場合のように、強固な集団心理的紐帶によつて結ばれてはゐないであらうし、またそれだけ明瞭な集団組織をもつてゐないであらう。しかしそれだけにまた、一般昆虫類や下等動物社会における、地域社会及びその上に形づくられる種社会の基本構造として、また個体の生活を営む上の基本的社会單位として廣く認められるのではないかと考へられるのである。¹⁾

さて、私は最後にヒメアメンボで見られた集団の棲息密度保持又は限定の機構について、簡單にとりまとめたのべることにしよう。ヒメアメンボに定住性があることから知られるように、それぞれの集団は、これに加はつた集団員をできるだけ長くその中に保有しようとする働きがある。しかも集団自身は自律的に自らの大きさを限定し、その拡大によつて集団員増加による増加密度を緩和しようとはしないのである。そこでもしも、一集団に次々と新らしい加入者があらはれたならば、そのままでは集団の棲息密度は限りなく増大して行かうとするであらう。しかし實際においては、第Ⅱ型の消長状態から知られるように、一池内の集団の棲息密度がある程度まで達すれば、自律的に密度増加は停止し、そこに一種の密度の平衡状態がおはられてきてゐる。ここでわれわれには、集団のもつこの一機能、自律的な密度限定が内部的にどのような機構を以て行はれてゐ

1) 集団自体の成立は、必ずしも個体分布の疎開的であるか集結的であるかによらないことは、すでに今西氏 (1939)^{*}によつて述べられてゐる。しかしこの今西氏の場合には、集団 (疎開集団、集結集団を含めて) は種社会と同義であり、種社会を構成する獨立單位としては、まだ取り上げられるにはいたらなかつた。

^{*} 今西錦司、動物の社会、あきつ、第2巻、93-116頁、昭和15年。

るかが問題となるのである。これに對する私の調査結果では、少なくとも越冬個体衰退期に入る以前においては、それぞれの池から消失するヒメアメンボの数は、密度が高く且つ新しく池へ侵入する個体数が多い場合に最も多数となることを明らかにした。しかもこの消失した個体といふのは多くは他の池へ移転したものであらうと推定することができた。そしてこれらから、棲息密度の平衡維持は主として集団員の交代によつて行はれること、すなはち密度が平衡状態に達した池では、新しい侵入者がどれほど多数現はれても、これに伴つて他の池へ入れ代りに移転してしまふものがやはり多数現はれるために、一池の集団密度は一定の値に保たれ、ここに平衡状態が現出するものと認められたのである。いひかへるならば棲息密度の増大は集団員の移動を促がし、一部のものの移動によつて密度の平衡が保たれるといふこととなる。尤も越冬個体衰退期に入つてからは少し條件がちがつてきて、この場合には移動の他、死亡者数の増加による密度低下も大いに考慮されなければならないのはいふ筈もない。

さて、動物を一定條件の下で増殖させる時、密度の増大と共にその増加率は次第に低下し、遂に密度はある値で以て平衡状態に達し、それ以上にはもはや増えないといふことは、猩々蠅 (*Drosophila*) もコクヌストモドキ (*Tribolium*) あるいはザウリムシ (*Paramecium*) その他の動物を材料とする多くの人の室内実験で確かめられてゐる。¹⁾ 尤も平衡状態での

1) Pearl, R. The growth of populations. *Quart. Rev. Biol.* Vol. 2, pp. 532-548. 1927.

Chapman, R. N. The quantitative analysis of environmental factors. *Ecology*. Vol. 9, pp. 111-122. 1928.

Gause, G. F. The struggle for existence. Baltimore. 1934.

其他.

密度は、必ずしも最初からすぐにそれ以上増えも減りもしない安定密度 (Steady density) になつてしまふのではなく、むしろ動物の種類によつては、平衡状態において密度は増加と減少を規則的にくり返しながら、次第に安定密度に近づいて行くといふ、所謂減衰振動 (damped oscillation) 状態の存在を主張する人々もある。¹⁾ しかし何れにせよ動物の密度は一定條件の下では、幾何級数的、鼠算式の増加をするのではなく、一定のS字形曲線 (Logistic curve) をえがいて増加し、最後にある平衡状態が現出するといふ点では、何れの実験もほぼ一致してゐるのである。そして私の野外での観察結果も、たとひ室内実験の場合の子孫の増加に對して、私の場合は他の場所からの新個体の加入によつて密度が増加するといふ点のちがひはあるけれども、とにかくある状態の環境の下では、密度の増加は自律的に制限せられ、遂には平衡状態に達するといふ所では一致してゐるといふことができる。ところで密度の平衡維持の機構についてはどうであらうか。室内実験はこれに對しても多くの分析を試みてゐる。密度増加を抑制し平衡状態をもたらす直接的な原因は、あるひは高密度における生殖力の低下であ

1) 例へば

Utida, S. Studies on experimental population of the Azuki Bean Weevil, Callosobruchus chinensis (L.). I. The effect of population density on progeny populations. Mem. Coll. Agr. Kyoto. Imp. Univ. No. 48. 1941. pp. 1-30.

Utida, S. Studies on experimental population of the Azuki Bean Weevil, Callosobruchus chinensis (L.). V. Trend of population density at the equilibrium position. Mem. Coll. Agr. Kyoto Imp. Univ. No. 51. 1941. pp. 27-34.

内田俊郎。害虫の発生消長を支配する要因としての棲息密度。教育農藝。第10巻。昭和16年。1070-1080頁。

り、あるひは卵孵化率の減少であり、あるひは幼虫死亡率の増大、其他色々であり、まにはこれらが共に働いた結果である。¹⁾ として更にこれらを引き起す要因としては、個体の衝突頻度の増大による機械的もしくは生理的心理的悪影響や、少量の食物に対する競争や、共喰ひや、動物自身の出す有害物質の蓄積—環境の條件づけ (conditioning) やその他種々なものが分析され指摘されてある。²⁾ これらはもちろん、個々の実験動物群の密度増加抑制の

1) Pearl, R. The influence of density of population upon egg production in Drosophila melanogaster. J. Exp. Zool., Vol. 63, pp. 57-84, 1932.

Winsor, C. P. Controlling factors in Drosophila population growth. Quart. Rev. Biol., Vol. 12, pp. 348-351, 1937.

MacLagan, D. S. & E. Dunn. The experimental analysis of the growth of an insect population. Proc. Roy. Soc. Edinb., Vol. 55, pp. 126-139, 1936.

Utida, S. Studies on experimental population of the Azuki bean weevil, Callosobruchus chinensis (L.). III. The effect of population density upon the mortalities of different stages of life cycle. Mem. Coll. Agr. Kyoto Imp. Univ. No. 49, 2 pp. 21-42, 1941.

Ford, J. Research on populations of Tribolium confusum and its bearing on ecological theory: A summary. J. Anim. Ecol. Vol. 6, pp. 1-14, 1937.

Gause, G. F. The struggle for existence. Baltimore, 1934.

其他等参照

2) Holdaway, F. G. An experimental study of the growth of populations of the flour beetle Tribolium confusum Duval, as affected by atmospheric moisture. Ecol. Monogr., Vol. 2, pp. 261-304.

Park, T. Experimental studies on insect populations. Amer. Nat. Vol. 71, pp. 21-33.

Utida, S. Studies on experimental population of the Azuki bean weevil, Callosobruchus chinensis (L.). IV. Analysis of density effect with respect to fecundity and fertility of eggs. Mem. Coll. Agr. Kyoto Imp. Univ. No. 51, pp. 1-26, 1941. VII. Analysis of the density effect in the preimaginal stage. Ibid. No. 53, pp. 19-31, 1942.

Allee, W. C. Animal aggregations. Chicago, 1931. 等参照.

機構を説明するものであると共に自然における動物密度に對しても、ある程度まではそれらの要因の働きを認めることができるであらう。しかし私はここに室内実験の場合と自然における場合との間の、普通に考へられる自然の複雑性といふこと以外の、今一つ重要な條件的相違に注意を拂ひたいのである。それは簡単にいへば自然における動物の自由性といふ言葉で表現できるであらう。

今まで行はれてきた棲息密度に関する室内の動物実験は、空間の大きさと密度との關係自体を目的とする場合は勿論のこと、すべての場合において動物群を狭い空間内にとちこめて行つてきたのであつた。それは温度や濕度や食物の量やその他の條件を一定に保つ上に必要だからであつたばかりでなく、動物の脱出による実験の混亂を防ぐ上からいつても止むを得ない阻置であつた。

しかしその結果、その中で生活する動物が、あるひは食物の缺乏を感じ、あるひは空間の狭小さに窮屈を覚えたとしても、彼等はひたすらその中で耐え忍ばねばならず、そしてそれが耐え得られない状態になつた時は彼等には死を以て反應する以外には術が許されなかつたのである。従つて実験室内の平衡状態の成立は、産卵数の減少や不受精卵の増加といふようないくつかの例による場合を除いて、殆んどすべて生まれるものの数と死ぬものの数といふ二つの間の数的釣合ひの上に立つてゐるのである。

ところで自然における動物の場合はどうであらうか、自然では彼等は一般に狭い動きのとれない空間の中にとちこめられてはゐない。たとひかなりの例外¹⁾はあるにしても彼等はいはば本質的に自由であり、望む所へ居を移すことができるのである。もちろん自然においても、動物は森林や草地や山地や平地といふ一定の棲息場所に結びついてをり、そこから他へ離れないのは事實である。しかしそれは彼等が見えない檻にとちこめられてゐるといふよ

1) アヅキサウムシの幼虫の場合のように、一度もぐりこんだ一般粒内だけで成長するものなどは、この例外に入れるべきであらう。しかしアヅキサウムシでも成虫は自由な移動と産卵が可能である。

いは、むしろ彼等がそこを好んで住んでゐるのであり、もしも彼等がそこで
の生活に快適さを失へば、他の地域の好い場所を求めて飛び出すこともで
きるものである。これら冒険家のある者は無重新らしい地域での好適な棲息
場所を発見しそこで新生活を確立することができるであらう。あるものは
冒険に失敗し、野垂死の悲運に遭遇することであらう。われわれはこよう
な顕著な例を大発生の後の集団移動の場合などに見ることができる。¹⁾たとひ
それほど顕著でなくても自立しない分散は普通の場合にもいくらかでも行は
れてゐるであらう。新しく輸入されたり侵入したりした動物が人為的媒介
を経なくても次第に分布範囲を拓げるのはその一つの證左と見ることができ
るであらう。

動物にこのような移動能力があり、しかも自然においては必要に応じてそ
の能力を発揮できる状態におかれてゐるといふことは、自然状態での動物集
団の密度平衡維持が実験室の場合と自から異なつた機構で営まれる可能
性を示すものである。果してヒメアメンボの場合は、新らしい集団員の加入と
旧集団員の一部の移動とが、集団密度の平衡維持に重要な役割を演じてゐ
ることが明らかとなつた。これは自然における動物を特徴づける行動の自由
性の発現であり、従つてまた野外集団一般の持つ特質の一つのあらはれであ
ると見ることができる。尤も私の観察は小さい基本集団もしくは集団群を単位
として、これらの関係を見てきたものであつた。地域を非常に廣くとれば、移
動分散といった所で、多くはその地域内の小さな動きに還元され、地域全体
を単位とする集団の密度は、やはり生まれるものと死ぬものの間の数的関係
の上に主として成立することになるかもしれない。しかし地域を廣くとれば

1) Elton, C. *Animal Ecology and Evolution*. London. 1930.

Chapman, R. N. *Insect population problems in relation to insect outbreak*. *Ecol. Monogr.* Vol. 9, pp. 261-269.

川村多実二、動物生態学、岩波講座生物学、昭和6年、等参照。

とるだけ、その内部には條件の異なつた場所を多く含むことになり、その中の動物は、全体がまとまつた一つの自律的集団をなすといふよりは、棲息場所の不連続やその他の關係に伴ふ、相互關係の程度の低い多くの小地域集団の單なる總和になり終るおそれがあるであらう。すなはち任意にひろげた地域内の統一のない動物群の密度を、はじめからそのまま一まとめに取り扱ふことは、現実の動物生活から遊離した方法であり、それを以ては動物の具體的生活を理解することは困難であらう。尤もわれわれは小さい單位集団以上のものと大きい單位、たとへば密度地域を單位とする集団を見出し得るであらう。

そしてこの集団は統一のない任意的な動物群であるとはいへないことは勿論であるが、しかしこの場合でも、これら集団が外の世界から全然隔絶されてゐるのでない以上は集団外への個体の移動は充分可能である。人口増加の場合は、集団自身は内部の基本集団の増加によつてできる限りそれらを包容しようとするであらう。しかしそれがある限度に近くなれば、各個体毎にあるひは大量的に集団外への移動が行はれるであらうことは、さきの大移動の例からも考へられるのである。

以上、私は自然の動物集団の密度平衡の問題は、実験室の場合と異つて、集団員の移動を特に重要視しなければ理解できないであらうといふことをのべた。これらは常識的にも判断される所ではあるけれども、實際に野外においてこれを詳細に取扱つた研究といふのは大発生の場合のような特殊な例を除いて、殆んど見當らない現状である。従つてそこにはまだ多くの実証されるべき問題が含まれてゐる。移動の直接動機となるものも大発生時の集団移動のような、多分に集団心理的問題が含まれてゐる場合と、私の取り扱つたような個体の拡散現象(Diffusion)¹⁾的な移動とは必ずしも同一には論じられないかもしれない。また実験的に移動問題を取扱つた例として注

1) Nicholson, A. J. The balance of animal populations. J. Anim. Ecol. Vol. 2, pp. 132-178, 1933, p. 139.

目に植する Voûte¹⁾の仕事では、穀象(Calandra oryzae)の高密度の場所から新らしい場所への移動率は、低密度の場所からの移動率にくらべてより大きいことが示されてをり、ヒメアメンボの場合と同様の一種の集団圧力(Pressure of population²⁾、又は Pressure of numbers³⁾)が移動を促進させることを物語つてゐるが、これと反對に個体の拡散は棲息密度の大小とは無関係に行はれるとのべてゐる者も見られるのである。われわれはこれらの関係を更に多くの種類の動物集団について調べなければならぬであらうし、更に一種の動物についても集団單位の如何で個体の移動状態がどのように違ふかといふ問題、その他多くの問題を解かなければならぬであらう。しかし何れにせよ、自然集団の成立維持にとつて個体の移動が極めて重要な関係をもつてゐることだけは確言できると考へるのである。

私は最後に移動の問題と關聯して、實驗室集団と自然集団の相違について少しつけ足しを行つておきたい。さきに私はある環境において密度の平衡状態が現出するといふ点では、野外のヒメアメンボ集団は實驗室集団と一致することをのべた。しかしそれは平衡状態の現出といふ点についてであつて、平衡状態そのものの内容から云つたものではなかつた。實驗室集団の場合は、平衡状態の成立が生れるものと死ぬものの釣合ひに立つてゐる限り、それはそれ以上の増加は死をもたらし所のごりごり一杯の飽和点とも見做すことができる。しかし野外集団の平衡状態はそれ程切迫した状態とはいへないのである。集団員は恐らく死の危険がせまるずっと以前に、生活の不快を感じて集団から脱出移動を試みるであらう。従つて野外集団の収容力の飽和点といふのも、實驗室集団の飽和点にくらべて、より低い密度の、より多く動物の心理

1) Voûte, A. D. Bevolokingsproblemen II. Emigratie van Calandra oryzae L. Naturk. Tijdschr. Ned.-Ind. 97. pp. 210-213.

但し、この仕事については、私は抄録によつて知つただけで、原著にまだ接する機会を得ないので、詳細については不明である。

2) Elton, C. The ecology of animals. London. 1933. p. 72.

3) Nicholson, A. J. 前掲. p. 139.

的狀態に支配された飽和点であると考へられる。してみれば、野外集団は、たとひ密度の平衡狀態に近くなつても個体の收容力余力の程度において、実験室集団の場合より一層融通性に富んでゐるであらうし、また実験室集団の人口増加に對して致命的である諸種要因も、野外集団ではそれ程甚だしい影響力を持たないかもしれないのである。

これらの点は、集団研究が單にその棲息密度の観点だけからいつても、実験室内におけると同様野外においても將來盛に行はれる必要のあることを示してゐる。むしろ野外集団は、單に実験室集団からの類推からでは捕捉し難い諸種の特性をもつてゐる。はじめにのべた集団の自ら大きさや地域、密度を限定する自律性、これと關係した集団員移動の問題、多くの集団同士の間、の機能的・地域的の相互關係、これらのものは自然における集団を忍耐強く調べることによつてのみ、はじめて明らかにすることができると考へられるのである。それは自然における條件の複雑性といふ点からだけでなく、むしろそれ以上に、自然こそ動物の自由性、あるひは主体的行動がありのままに發揮されてゐる舞台と見ることができるからである。

X. 要 約

1. 京大植物園内の池の水面生活者社会は、肉食者だけからなる同位複合社会を形成してゐる。これらの中、相互に生活形を異にする種類(オホミズスマシとアメンボ類)は混在するが、生活形の比較的似たアメンボ類同士及びイトアメンボの間では、池辺部から池心部へ向つて、イトアメンボ→ヒメアメンボ→ナミアメンボ→オホアメンボの順で、同心円的な水面の棲み分けが行はれてゐる。これは体の大きさと行動力の大小に應ずる地域分割であるが、それはまた單なる地域分割ではなく、大動物の地域内に小動物の地域が包容されながら、しかもなほ互に相拮抗する所の、いはば重複的棲み分けともいふべき關係であつた。このような地域關係は、單に水面生活者社会にとどまらず、一般同位複合社会をつくる層にもまた見出されるであらうと推定

された。

2. 上記数種の昆虫類の中、特にヒメアメンボの春の活動時における棲息密度を、いくつかの小池について調べた結果、密度消長には相互に異なる三つの型があることが見出された。即ち第Ⅰ型（低密度型）、第Ⅱ型（飽和型）及び第Ⅲ型（特殊型）である。このうち第Ⅱ型はヒメアメンボにとって好適な環境条件をもつ池にあらはれ、活動期のはじめから密度が高くなり平衡状態を維持するに對し、第Ⅲ型はヒメアメンボにとって比較的好適でない池にあらはれ、最初は殆んど住みつくものはなかったのに拘はらず、活動の最盛期になつて急に高密度となつた。これは他の好適地域が飽和状態であるために行はれた過剰人口のための新しい殖民であると認めることができた。第Ⅰ型は池が大きく、内部に種々の異なつた場所的條件をもち、且つ中央部にヒメアメンボにとっての非利用空間（ナミアメンボの利用空間）を残してゐる池にあらはれたものであり、その密度は、前二者が「最高密度」を示すのに對し「経済密度」として考へるべきものであつた。

これら密度型の相違（特に第Ⅱ、第Ⅲ型の相違）が存在することから、一つの池の密度消長曲線は必ずしもその^地域の活動数（または個体数）の消長をそのまま示すものではなく、むしろ棲息場所の條件と、近傍の他の池の（即ちある一定範囲の地域内の）棲息密度の大小との、相互關係の結果としてつくられるものであると考へられた。

3. 上記の關係は第Ⅰ型の大池の内部の諸部分の密度を比較することによつて一層明らかとなつた。すなはちこれらの諸部分は、水面によつて互に連絡してゐるのに拘はらず、なほ一つづつの小池と同じような密度消長型の相違を示した。それぞれの部分集団は、大体直径2mを限度とする拵がりを持ち、人口がふえればその拵がりを増すかはりに内部の棲息密度を増大さす。かくて密度が一定の限度に近くなれば、過剰人口のはけ口として全然別の場所に新しい集団が形成される。これらは標識個体の動きからも知ることができた。すなはちこれら集団は、相互に關係し合ひながら相互に独立し、且

つ自律的に自らの拮抗りと密度を限定する機能をもつといふことができた。

4. 標識個体の動きによつて確かめ得た所では、大池の部分集団、小池集団双方を通じて、それぞれの集団員はその集団内(あるいは一定場所)に長く止まらうとする傾向を見ることができた。集団から他集団への移動は、一方における生活が好適さを欠くようになったための止むを得ない移動と考へられた。たとへ隣接数集団が融合し一集団の形態をとつてゐる場合でも、その内部の個体の動きは、大体2m以内の範囲にある場合が多いことが、機会分布および機会運動の場合の理論値との比較によつて示された。この理論値は、この目的のために新しくつくられた確率計算の式によつて算出されたものである。

このような定住性が見られることは、これら集団が單なる偶然的な運動の集積による群集ではなく、さきにのべた独立性と自律性をそなへた統一体であることの一面を示すものである。大池の部分集団は、このような統一体の最小單位(基本集団)とみなされる。そしてこれら多くの基本集団によつて地域集団がつくられ、そして地域集団が集まつて更に種社会がつくられるものと考へられる。

5. 集団の密度がある限度に達すれば、自律的に増加を停止し平衡状態が現出するのは、いかなる内部機構によるものであるかを知るために標識個体の消失状況から、集団全体の消失数及び新出数の計算を行つた。その結果は高密度における集団員の交替といふ現象が見出された。すなはちそれぞれの集団は新しく侵入する個体を拒まないけれども、もし密度が高くなれば、侵入に伴つて集団外へ出る個体があらはれ、密度は一定に保持される。新しい侵入者の数が多く、且つ密度が高ければ高いだけ集団からの消失数は多くなることが示された。

6. これらの野外集団と、今まで多くの人々によつて研究された多くの動物の実験室集団とを比較する時、集団が自律的に自らの密度を制限し平衡状態があらはれるといふ点では双方同じであるが、実験室集団の平衡状態が、生れるものと死ぬものとの数の釣合ひといふ極限的な状態の上に立つてゐる

のに對して、野外集團では動物自身の比較的自由的な移動が平衡状態の維持に大きな役割を演じてゐるといふ相違が見出される。このことは、野外集團の密度の飽和点そのものも、実験室集團にくらべてより低く、多分にいはば動物の心理的状态ともいひ得られるものに支配される飽和点であり、はるかに融通性に富んだ高さを持つ飽和点であらうことを推定せしめるものである。

第 二 部

1. 分布の集中と定住の吟味 (第一部78~85頁)

第一部において私は、一つの池内でのヒメアメンボの分布が集中的であるかどうか、および池内での運動が機会的でなく一定場所に止まらうとする傾向があるかどうかを、新らしくつくつた分布間隔頻度確率の式

$$p = \frac{a(2l-a)}{l^2} \quad (1.1)$$

によって求めた機会分布の理論値との比較によって確かめようとした。その結果、殆んどすべての日において、理論値よりも短い分布間隔数が多く、即ち分布は集中的であり、一方移動距離の方は、それより更に短いものが多くて定住性を示してゐることが見出された。しかもながら短い分布間隔の頻度の平均値が、理論値よりも大きい。あるひいその頻度が理論値よりも大きい日が多かつたといつた所で、そのちがひが果して偶然的なちがひではなかつたかどうかの吟味がなければ、その結論は必ずしも正しいとはいへない。このような吟味のためには今少し推計学的の取扱ひが必要である。

今、第一部第17, 18図に示したような分布間隔の頻度の平均値の代りに、それぞれの日の値をそのまま表示すると第13表のようになる。

この表によれば、Ca+Cb池で、0~2mの分布間隔の頻度が、機会の分布 (random distribution) の理論値よりも多かつた回数(日数)は、全観察回数9回中8回である。

今、「分布間隔の頻度は理論値よりも多いこともあり少ないこともある(平均より多い時の母百分率は50%)」を帰無假設とすれば、

$$F_0 = n_2 g / (n_1 p)$$

$$n_1 = 2(N - k + 1)$$

$$n_2 = 2k$$

において $N = 9$ $k = 8$, $p = g = \frac{1}{2}$

第 1 3 表

池の 種類	間 隔	分布間隔の頻度 (%) ¹⁾										機 会 分 布 の 理 論 値	理 論 値 以 上 の 値 の 目 数	移 動 の 頻 度 (百 後)	移 動 頻 度 の 値 以 下 の 目 数
		III 31	IV 1	IV 2	IV 6	IV 8	IV 10	IV 11	IV 12	IV 16					
Ca + Cb	0~2	31	31	17	27	41	23	28	33	22	18.1	8	54	9	
	2~4	27	24	20	26	18	20	21	18	18	16.4	9	20	3	
	4~6	26	25	16	12	4	12	15	14	17	14.5	5	15	4	
	6~8	8	12	10	12	5	12	12	7	14	12.7	1	5	0	
	8以上	5	8	37	33	42	33	24	28	29	38.7	1	6	1	
Cc	0~2	39	37	41	38	38	34	38	53	48	33.1	9	67	9	
	2~4	31	37	30	34	33	27	34	31	33	26.4	9	24	0	
	4~6	18	17	26	19	20	20	20	14	11	19.8	4	7	0	
	6以上	12	7	3	9	9	19	8	2	8	20.7	0	2	0	

従つて $F_0 = 16/4 = 4$

今、 N 回中 k 回以上起る確率を α とし、

1) Ca池とCb池では、池の幅がちがふために(前者は後者の約2倍、第1回参照)長辺への投影点の間隔を測定する際に、同じ取扱ひをするのは不都合であるとも考へられるが、実際には、Ca池の個体数が、かへつて非常に少なかつたこと、しかもその存在場所が、ほぼCb池と同じ幅の範囲内にゐたものが大部分であつたこと、などの点から見て、大きな誤差はないと考へられる。もしもCa池の幅も計算に入れるならば、定位性及び分布の集中は、かへつてもう少し顕著なものとしてあらはれるであらう。(第14表参照) ほぼ分布間隔頻度の測定の際に用ひた個体数は、その日のその池の全個体数にくらべて少し少ない日がかかなりある。両者の割合は、III-31(21:18, 18:18), IV-1(29:23, 23:22), IV-2(16:15, 12:12), IV-6(19:15, 30:26), IV-8(23:19, 21:21), IV-10(46:42, 26:26), IV-11(40:40, 27:27), IV-12(51:51, 24:24), IV-16(39:39, 27:24)。但し括弧内のはじめの割合はCa+Cb池、あとの割合はCc池。これは図上に記録してから後で見出されたものを全個体数の中に入れたからである。しかしその差は少なく偶然的な変動の陰にかくれる程度であつて、図上個体数だけで検定を行つても、特に問題となる程の誤差は生じないであらう。

$$\alpha = 0.05, \quad n_1 = 4, \quad n_2 = 16$$

における F の値を F -分布表によつて求めると $F = 3.06$ 、従つて $F_0 = 4$ 以上になる確率は 0.05 以下である。すなはち 5% 以下の危険率を以て、分布間隔 $0 \sim 2m$ の頻度は、機会分布の頻度よりも大きい日が多いと認めることができる。同様に分布間隔の頻度の値が、移動の頻度の値より小さかつたのは、9 回中 9 回であるから、もちろんこれも有意である。すなはち $0 \sim 2m$ の分布間隔の頻度は、機会分布の理論値より大きい日は多かつたが、移動の頻度よりは小さい日が多く、そのちがひは偶然とは考へられないと結論することができる。起る回数がこれより少ない場合、たとへば 9 回中 7 回であれば、 $F_{14}^6(0.05) = 2.85$ 、 $F_0 = 2.33$ で、有意でなくなる。但し $t = 1$ 及び $t = 0$ の場合は、大小関係を逆にすれば有意となる。

このようにして検定した結果は、 $0 \sim 2$ 、 $2 \sim 4m$ 間隔では、Ca+Cb、Cc 池共に分布間隔頻度が理論値より大きい日が多く、 $6m$ 以上の間隔の場合はその逆である。移動頻度は両池とも、 $2m$ 以下の場合が多く、 $6m$ 以上 (Ca+Cb 池) 及び $2m$ 以上 (Cc 池) ではその逆となつてゐる。すなはち分布の集中性、及び定住性を裏書きしてゐるのである。¹⁾ なほ 4 月 2 日の分布だけが、ほぼ機会的になつてゐるのは、前日の夕方人工的に 5 頭を Cb 池より Ca 池にうつしたために、分布の集中が破られたためと考へられる。したがつてこれを除けば、機会分布との差は益々有意となる。

1) この方法よりもそれぞれの日の理論間隔数と実測間隔数の差の有意性を検定する方がより直接的ではあるが、後の検定法をこの確率式に適用する場合の方法には、まだ種々の問題が残つてゐるので、稿を改めてのべることにし、ここでは一應触れないでおく。

2° 分布の集中が特定場所(好適棲息場所)に對するものか、または社会性によるものかの問題

ヒメアメンボの一池内での分布は、集中的な場合が多いといふことは、1°での吟味によつて明らかになつた。しかし單に分布が集中してゐるといふだけでは、その集中が特定の好適場所に對するものであるか、あるひは場所に関係のない群¹⁾を形成してゐるものであるか、まだ明らかにされてゐない。しかもこの問題は動物の集合現象を取扱ふ場合の、最も重要な問題の一つである。この点は一項分布

$$F_N(k) = \frac{N!}{(N-k)!k!} g^{N-k} p^k \quad (2.1)$$

1) 自然界においては、もちろん全然場所に関係しない群などといふものは存在しないであらうが、しかし場所のとり方如何によつては、特定の小地域に限定されない群は見出される。ここではそのような、いはば個体間の引力(社会性)が、場所的條件の直接的影響にくらべて、より大きく表面にあらはれてゐる群をさして、場所に関係しない群といつたのである。なほ私はこのような集合体を「群」(むれ)と呼び特定場所に對する集合体を「集団」という言葉であらはして、両者の區別をつけることにしたいと考へる。但しこの區別はもちろん絶對的なものではなく、何れの要素がより大きく表面にでてゐるかによつて區別されるにすぎない。

2) 最近では梅棹氏(個体間の社会的干涉, 生物科学第1巻第1号, 1949年, 19-30頁)もこの式を用ひ、オタマシヤクシの個体の集合を、機会分布の理論値からのずれによつて示すことにより、社会性の表現を行はうとする実験を試みた。嚴密にいへば、この場合も、特定の實驗區劃に多くの個体が集まつたのでないかどうかの吟味が必要であるが、それぞれの實驗區劃は生物学的に等分されてゐるといふ予備實驗があるから、ここでは一先づ差支へないであらう。このような集合体は、上記の「場所に関係のない群」をなすわけである。これらと反對に、機会的な分布及び運動の理論値に合致した例としては、鯊口から遠くはなれて食物探索活動を行ふクロヤマアリ職蟻の場合がある。(森下, 運動性の大きな動物の密度調査に對する框法の適用, I, 生態学研究, 第7巻, 第2号, 昭和16年 63-73頁)。なほ86頁脚註参照。

やPoisson分布

$$F(k) = \frac{e^{-m} m^k}{k!} \quad (2.2)$$

などの公式を使って機会分布の頻度を算出して比較する場合でも同じである。ヒメアメンボの場合は、一般観察や運動自体が機会的でなく、一定地域に止まろうとする傾向が多いといふことから、分布の集中は場所と結びついてゐることが察知されたが、次の方法によれば一層明らかにこれを分析することができる。今Ca+Cb池を図上で等間隔に10に区切り、それぞれの区劃内に見られたヒメアメンボ数(図の記録による)を数へると次の表の通りになつた(第23図参照)。

第 1 4 表

		Ca				Cb					(J)		
區劃 (V)	月 日 (B)	I	II	III	IV	V、VI	VII	VIII	IX	X	計	風	
III — 31		0	0	0	0	1	1	3	7	3	3	18	○
IV — 1		0	0	0	0	0	3	4	7	2	7	23	○
2		1	1	1	1	1	1	1	5	1	2	15	○
6		0	1	0	0	2	3	4	3	0	2	15	○
8		3	0	0	1	6	7	1	0	1	0	19	○
10		8	1	3	1	6	6	8	8	1	0	42	○
11		2	2	2	2	6	2	12	9	1	2	40	○
12		7	3	1	0	9	19	5	6	0	1	51	○
16		5	1	0	4	5	5	9	6	2	2	39	○

1) 風向は眞の方角ではなく池に對する角度であらした。Oへの場合は池の長辺に沿ひXからIの方向への風であり、Oは池の長辺に對して直角の方向に吹く風である。記号は氣象学での慣行に従つた。

なほこれだけの資料から判断すれば、この程度(7~8 m/sec以下)の風では、この池のアメンボの分布位置を特に左右するほどの影響は認められない。この点は植物園内の他の池についての記録でも同じであつた。但し風速は正確な測定によるものではない。

今第14表のそれぞれの数字を下のような文字でおきかへると

B^V	1	2	-----	j	-----	v	横計	横平均
1	x_{11}	x_{12}	-----	x_{1j}	-----	x_{1v}	$T_{1\cdot}$	$\bar{x}_{1\cdot}$
2	x_{21}	x_{22}	-----	x_{2j}	-----	x_{2v}	$T_{2\cdot}$	$\bar{x}_{2\cdot}$
\vdots			-----		-----			
i	x_{i1}	x_{i2}	-----	x_{ij}	-----	x_{iv}	$T_{i\cdot}$	$\bar{x}_{i\cdot}$
\vdots			-----		-----			
b	x_{b1}	x_{b2}	-----	x_{bj}	-----	x_{bv}	$T_{b\cdot}$	$\bar{x}_{b\cdot}$
縦計	$T_{\cdot 1}$	$T_{\cdot 2}$	-----	$T_{\cdot j}$	-----	$T_{\cdot v}$	T	----
縦平均	$\bar{x}_{\cdot 1}$	$\bar{x}_{\cdot 2}$	-----	$\bar{x}_{\cdot j}$	-----	$\bar{x}_{\cdot v}$		\bar{x}

$$\text{全変動} \quad S_{BV} = \sum_{i=1}^b \sum_{j=1}^v (x_{ij} - \bar{x})^2 = 961.3$$

$$\text{日変動} \quad S_B = v \sum_{i=1}^b (x_{i\cdot} - \bar{x})^2 = 152.3$$

$$\text{区劃変動} \quad S_V = b \sum_{j=1}^v (\bar{x}_{\cdot j} - \bar{x})^2 = 313.3$$

$$\begin{aligned} \text{誤差変動} \quad S_{BXV} &= \sum_{i=1}^b \sum_{j=1}^v (x_{ij} - \bar{x}_{i\cdot} - \bar{x}_{\cdot j} + \bar{x})^2 \\ &= S_{BV} - S_B - S_V = 495.7 \end{aligned}$$

分散分析表¹⁾をつくると、

要因	変動	自由度	不偏分散	分散比	α
B	152.3	9-1	19.04	19.04/6.87	<0.01
V	313.3	10-1	34.81	34.81/6.87	<0.01
BX^V	495.7	8×9	6.87		
計	961.3	90-1			

B の分散比 $F_0 = 19.04/6.87 = 2.83$ に対して $n_1 = 8$, $n_2 = 72$ とした時の $F(0.01)$ の値は < 2.77 , 同様に V の分散比 $F_0 = 34.81/6.87 = 5.07$ に

1) 増山元三郎, 少数例の纏め方と実験計画の立て方, 63頁参照。

對して $n_1=9$, $n_2=72$ とした時の $F(0.01)$ の値は <2.67 で、日による個体数の差異とともに、區劃による個体数の差異も、有意水準を 0.01 としてもなほ明らかに有意と認められる。¹⁾ すなはち、ヒメアメンボの分布が集中的であつたといふことは、單なる偶然や、あるひは場所に関係しない相互接近のためといふよりは、²⁾ むしろ特定の場所への集中が大きく働いたためであると見ることができるのである。

3° 交尾による分布の集中についての吟味

上記 2° の結論は、必ずしも場所に関係しない群の存在を全然否定してゐる訳ではない。少なくとも、ヒメアメンボの池上で交尾してゐることは、二個

1) 尤もここでは、觀察日が割合に接近してゐるため、定住性の影響が強くあらはれ、それぞれの日の分布が、互に独立でないために、このような有意性が強く認められたためではないかといふ疑がある。これを防ぐために、日の間隔を大きくとり、相つづく 2 回の觀察の間に同一區劃内での同一個体の残留をなくして検定を試みても、結果はほぼ同様であつた。たとへば、III-31, IV-10, IV-16 の 3 回については、池内の残留は少数あつたが、同一區劃内での残留は少なくとも標識個体では 0 である。^{*} 今この分散分析表をつくると

要 因	変 動	自 由 度	不 偏 分 散	分 散 比	α
B	34.2	2	17.10	4.33	<0.05
V	137.0	9	15.44	3.91	<0.01
B×V	71.1	18	3.95		
計	244.3				

すなはち、特定區劃に對する集中が、やはり顯著に認められる。

2) 場所に関係しない群であれば、むしろ群ができて、その場所は日によつて一定しない訳であり、従つてその変動はここでは誤差変動の中に含まれる。しかもこれらの変動にくらべて、場所の相違による変動の方がより大きな比重を占めてゐることが、上の分析によつて示されてゐるのである。

※ 3月31日に位置を記録された Ca+Cb 池の 18 頭 (無標識個体数は 0) の中、4月10日の觀察時に同池に見出されたもの (生残り総数ではない) は 5 頭。しかし 3月31日の場合と同一の區劃内に見出されたものは 0 である。また 4月10日に見られた標識個体 26 (総数 42) 中、4月16日にも同池で見られたものは同じく 5 頭であるが (4月16日の Ca+Cb 池総数は 39)。これまた 4月10日の場合と同一區劃内に見出されたものは 0 である。したがつて、この 3 回の觀察においては、各小區劃の回毎の個体数は、相互に殆んど独立であると認めて差支へないであらう。

体による最も簡単な群の存在を示してゐる訳であるが、しかしそれ以上に場所による集団が顕著であるといふだけである。かりに今、上記の分布の集中性が場所に関係のない群の存在だけに基いて起されたとしたならば、どれだけの群^々を考へなければならぬかについては、^{4レ}群分布 (Contagious distribution)¹⁾ の一つのあらはし方として、最近 Cole (1946)²⁾ によつて提唱された式を用ひることができる。

今いくつかの群からなる母集団から N 個の試料をとり、それぞれの試料の中に含まれる群数の平均 (一試料當り) を次のようにあらはす。

m_1 = 単独個体数の平均

m_2 = 2個体の群数の平均

$m_3 = 3$ " "

.....

m_x = x 個体の群数の平均

$$m_g = \frac{n_g}{N} = m_1 + m_2 + m_3 + \dots + m_x \quad (3.1)$$

(但し $n_g = n_1 + n_2 + n_3 + \dots + n_x$)

n_1, n_2, \dots, n_x は 1, 2, ..., x 個体からなる総群数)

今 $n_1, n_2, n_3, \dots, n_x$ がそれぞれ独立に Poisson 分布をしてゐるとすれば³⁾、
個体数 0 の試料数 $N_0 = Ne^{-m_g}$ (3.2)

1) G. Pólya (Ann de l'Inst. Henri Poincaré 1, 117-162, 1931) によつて名づけられ、J. Neyman (Ann. Math. Stat. 10, 35-57, 1939) や G. Beall (Ecology 21; 460-474, 1940) によつて生物学に適用せられた分布。生態学的には、一試料單位中の一乃至多数個体の生物の存在が、その試料中への他の個体の出現確率に影響を及ぼす場合の分布に、すべてこの言葉を用ひることができる (Cole, 1946, 後出)。なほ訳語は傳播分布とすべき所であるが、むしろ群分布と呼ぶ方が内容的にふさわしいので、後者を用ひることにした。

2) Cole, LaMant C., 1946. A theory for analyzing contagiously distributed populations. Ecology, Vol. 27, No. 4. pp. 329-341.

3) 厳密にいへば、池内のヒメアメンボ分布に對しては、このような Poisson 分布としての檢定を試みるのは適當ではないけれども、今の場合は一定區劃への出現確率 $P = \frac{1}{29}$ (後出) で比較的小さいから、近似的に Poisson の式を適用しても大した誤りはないと思はれる。

個体数 1 の試料数 $N_1 = m_1 N_0$ (3.3)

" 2 " $N_2 = N_0 (m_2 + \frac{m_1^2}{2})$ (3.4)

従つて

$$m_1 = \frac{N_1}{N_0} \quad \text{..... (3.5)}$$

$$m_2 = \frac{N_2}{N_0} - \frac{m_1^2}{2} \quad \text{..... (3.6)}$$

$$m_3 = \frac{N_3}{N_0} - m_1 m_2 - \frac{m_1^3}{6} \quad \text{..... (3.7)}$$

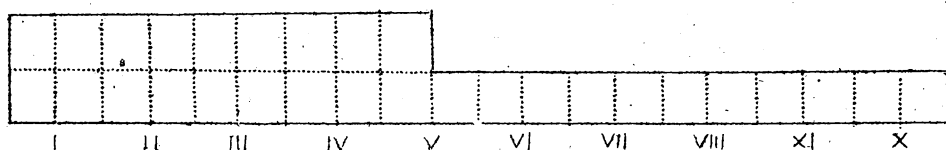
なほまた

$$m = m_1 + 2m_2 + 3m_3 + \dots + x m_x \quad \text{..... (3.8)}$$

$$\sigma^2 = m_1 + 4m_2 + 9m_3 + \dots + x^2 m_x \quad \text{..... (3.9)}$$

これらの式から、群の分析が可能である。

今 Ca+Cb 池を等面積に次図の様に 29 等分し、それぞれの區劃に見出さ



第 23 図

れた個体数頻度を表にすると第15表の通りになつた。この表の値から(3.1), (3.2) 及び(3.8)式¹⁾によつて m_1 及び m_2 の値を計算し $N (=29)$ を乗じて、單独個体数及び2個体群数(交尾数)を算出すると第16表の通りである。ところが實際にこの池で、これら觀察時に交尾してゐた数は、第16表最後の欄に挙げた通りで、交尾数の計算値と実測値の差は、全体として偶然とは考へられない程大きい。すなはち交尾のための集合といふだけでは、この池の集中分布は説明することができないことを示してゐるのである。も

1) (3.5), (3.6)式によつて算出することもできるわけであるが、この方が誤差が大きくなる。尤も(3.1), (3.2), (3.8)式による場合でも、相當の誤差が予想されるが、これについての吟味は Cole もまだ行つてはゐない。

第 1 5 表

観察月日 区劃當り 個体数	III 31	IV 1	IV 2	IV 5	IV 8	IV 10	IV 11	IV 12	IV 16
0	19	20	17	19	20	14	10	15	12
1	5	3	10	5	5	5	14	5	6
2	4	4	1	5	1	2	0	2	5
3	0	0	1	0	1	3	1	3	3
4	0	0	0	0	1	1	0	0	2
5	1	1	0	0	1	4	3	0	0
6	0	0	0	0	0	0	0	0	1
7	0	1	0	0	0	0	0	2	0
8	0	0	0	0	0	0	1	0	0
9	0	0	0	0	0	0	0	1	0
10	0	0	0	0	0	0	0	1	0
10以上	0	0	0	0	0	0	0	0	0

第 1 6 表

観察月日	群分布としての計算値				観察交尾数 (動)
	m_1	単 独 個体数	m_2	交尾数 (對)	
III-31	0.225	6.5	0.198	5.8	2
IV-1	-0.051	-1.5	0.422	12.2	0
2	0.796	23.1	-0.139	-4.1	0
6	0.324	9.4	0.097	2.8	1
8	0.086	2.5	0.285	8.3	0
10	0.006	0.2	0.722	20.9	1
11	0.749	21.8	0.315	9.2	0
12	-0.439	-12.8	1.099	31.9	1
16	0.399	11.6	0.473	13.7	0

第 1 7 表

一區劃當り 個体数	III — 31			IV — 16		
	ポアソン 分布	実 測 値	群 分 布	ポアソン 分布	実 測 値	群 分 布
0	15.6	19	19.0	7.5	12	12.0
1	9.7	5	4.3	10.1	6	4.8
2	3.0	4	3.8	6.8	5	6.6
3以上	0.7	1	1.9	4.6	6	5.6

ちろんこの場合、観察交尾数の中に数へられなくても、交尾するために接近してゐる個体の存在も一應は考へられるが、それだけでは分布の集中は特定の場所には限らないわけであつて、さきに分析した特定の場所への集中を説明で

きないことはやはり同じである。ところで興味あることは、Coleの式によつて計算した m_1, m_2 を用ひて N_0, N_1, N_2, \dots を算出してみると、第17表¹⁾に例示したように甚だよく実測値に合致する。したがつて、分布場所に関する吟味なしに、いきなりこの式だけで群の分析を行ふと、たとひ特定の場所に対する集中²⁾中であつても、まるで群分布であるかのような印象が與へられることになり、この式の m_1, m_2, \dots などを用ひることにより、誤まつた結論に到達する可能性があることに注意しなければならない。両者は統計集団としても根本的な相違を持つてゐるのである。しかも両者が一見同一の分布様式であるかのように見えるのは、單に同一區劃について一回の觀察あるひは採集によつて、分布形式を見出さうとする場合におこる誤りである。Coleの考察はこの点について、まだ充分とはいへないのである。

4. 分布間隔頻度確率の式とその適用 (第一部78~93頁)

既に第一部においてものべたように、分布が集中的か分散的かをいふためには、その基準ともなるべき機会分布の理論値が與へられなければならない。この理論値は一般に、前記の通り二項分布の確率、又はPoisson分布の確率の形で與へられてゐる。自然における生物個体の分布を調べる場合、もしもその分布が機会的ならば、Poisson分布の式が適用される場合が多いであらう。

ところでこれらの方法では、既にのべたように、分布空間をいくつかの區劃に分け、それぞれの區劃への出現個数の頻度によつて、分布を示すといふ原則の上に立つてゐるために、區劃の分け方如何によつて、同一分布でもちがつた分布状態としてあらはされる場合が生ずる。たとへば、區劃の目が粗ければ、いくつかの小集団があつてもこれを檢出することができない。また逆に目

1) 第17表には、3月31日及び4月16日の分だけを例示したけれど、他の日についても結果はほぼ同様である。実測値がPoisson分布と一致してゐないのは勿論である。

2) この分布を集団分布と呼ぶことにする。即ち、集中分布 { 集団分布, あつまりの面からいへば、群集 { 集団, 群

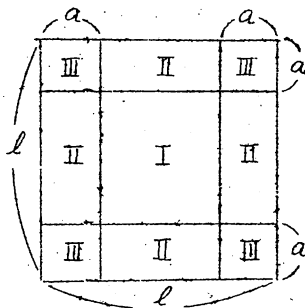
を細かくすれば、大集団は細分され、集団としての特徴を示すことができない。かりにそれ程まででなくても、区劃のとり方如何によつて生ずる分散の相違を、どう取扱ふかについて、かなり面倒な問題がおこる (Bliss, 1941)¹⁾。すべてこれらの難点の生ずる原因は、これら区劃法が、それぞれの区劃を互に切り離し、独立なものとして取扱ふからである。あるいは人工的な切りはなされた区劃によつて統計量を求めようとする統計法そのものの欠陥ともいへるであらう。

第一部の中で用ひた分布間隔頻度確率の式(84頁)

$$p = \frac{a(2l-a)}{l^2} \quad \text{は以上の難点を免れるために考へ出されたものであつた。}$$

しかも、もともと区劃法における区劃そのものも、分布する点相互の間隔を示す一つの便宜手段であつたはずであるから、この間隔法の方が、分布のあらはし方としては、区劃法よりもむしろ本筋ともいふべきであらう。

しかし第一部において示した上記の式は、ただ線分の上での分布の場合に適用される式であつて、一般の平面上の分布の場合にはまだ直接には適用できなかった。そこで一般に用ひるためには、一定面積中の任意の2点がある距離以内にある確率を求めることが必要であつた。その確率は次のようにして求めることができた。



$a \leq l/2$ として左の正方形の中で、任意の1点Aが面積Iの中に見出される確率は

$$(l-2a)^2/l^2$$

同じく任意の他の1点BがI内のAよりa以内の距離に見出される確率 P_I は

$$P_I = \frac{(l-2a)^2}{l^2} \frac{\pi a^2}{l^2}$$

1) Bliss, C.I., Statistical problems in estimating populations of Japanese Beetle larvae. Jour. Econ. Entom. 34(2): 221, 1941.

同様にAがIIにある時の確率は $4a(l-2a)/l^2$, BがII内のAよりa以内の距離に見出される確率は

$$P_{II} = \frac{4a(l-2a)}{l^2} \frac{2/a \int_0^a S dx + \pi a^2/2}{l^2} \quad 1)$$

但し

$$S = \int \sqrt{a^2 - x^2} dx = \frac{1}{2} x \sqrt{a^2 - x^2} + \frac{a^2}{2} \sin^{-1} \frac{x}{a}$$

これを計算すれば

$$P_{II} = \frac{1}{l^2} 4a^3(l-2a)(\pi - \frac{2}{3})$$

同様にAがIIIに見出される確率は $4a^2/l^2$, BがIII内のAよりa以内の距離に見出される確率は

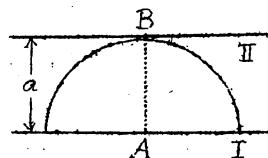
$$P_{III} = \frac{4a^2}{l^2} \frac{1}{l^2 a^2} \left(\int_0^a \int_0^{\sqrt{a^2 - y^2}} S_A dx dy + \int_0^a \int_{\sqrt{a^2 - y^2}}^a S_B dx dy \right) \quad 2)$$

但し

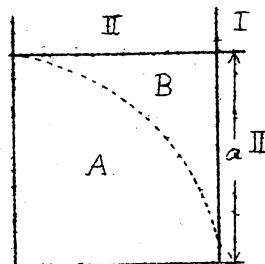
$$S_A = \frac{a^2}{2} \left(\frac{3}{2} \pi - \cos^{-1} \frac{x}{a} - \cos^{-1} \frac{y}{a} \right) + xy \\ + \frac{a}{2} \left\{ x \sin(\cos^{-1} \frac{x}{a}) + y \sin(\cos^{-1} \frac{y}{a}) \right\}$$

$$S_B = \pi a^2 + a \left\{ x \sin(\cos^{-1} \frac{x}{a}) + y \sin(\cos^{-1} \frac{y}{a}) \right\} \\ - a^2 (\cos^{-1} \frac{x}{a} + \cos^{-1} \frac{y}{a})$$

1) $\frac{2}{a} \int_0^a S dx$ は半円の中心が右図AよりBまで移動した時、半円面積中正方形内に残る部分の平均値。



2) $\frac{1}{a^2} \int_0^a \int_0^{\sqrt{a^2 - y^2}} S_A dx dy$ は、右図A内の一点を中心とし、半径aの円をえがく時、正方形によって切られた部分の面積の平均値。 $\frac{1}{a^2} \int_0^a \int_{\sqrt{a^2 - y^2}}^a S_B dx dy$ は、同じくB内の一点を中心とする半径aの円が、正方形によって切られる部分の面積の平均値。この計算に當つては梶谷敬君より有益な示唆が與へられた。ここに同君に對して厚く謝意を表する。



これを計算すれば

$$P_{III} = \frac{4a^2}{l^2} \left(\pi - \frac{29}{24} \right) a^2$$

従つて正方形内の任意の一点Bが他の一点Aより a 以内の距離にある確率 P は

$$P = P_I + P_{II} + P_{III} = \frac{a^2}{l^2} \left(\pi l^2 - \frac{8}{3} al + \frac{1}{2} a^2 \right) \quad (4.1)$$

(但し $a \leq \frac{l}{2}$)

この式によつて求めた値と比較することによつて、われわれは正方形内の点の分布、あるいはその運動が機会的であるかどうかを知ることができるであらう。

たとへば無風の際の雨滴の落下は、小面積をとつてみれば、ほぼ機会的であらうとは常識的にも考へられる所である。1949年7月29日18時30分糠雨の際に、 30×40 cmの板に紙をはり、約5秒間雨滴を紙面に落下させた後直ちに裏がへし、室内に運んで、雨滴の落下点に印をつけ、 $(25 \text{ cm})^2$ の面積を區切つて、中の雨滴跡の間隔を調べてみた¹⁾。今の場合 $l = 25$ であるから

$$P_{0.5} = \frac{(0.5)^2}{(25)^2} \left\{ \pi (25)^2 - \frac{8}{3} \times 0.5 \times 25 + \frac{1}{2} \times (0.5)^2 \right\} = 0.00124$$

第 1 8 表

分布間隔	確率(P)	予測間隔数	実測間隔数
0 ~ 0.5 ^{cm}	0.00124	69.5	71
0.5 ~ 1.0	0.00362	203.9	207
1.0 ~ 2.0	0.01472	794.8	785
2.0 以上	0.98102	55211.8	55217
計	1.00000	56280.0	56280

1) 測定の際は必ずしも個々の点の間隔を一つ測らなくても、それぞれの点から a なる距離をコンパスでとりながら、その中に入る点の個数を勘定し、これらを加へて行けばよい。この際一度円の中心にした点は、それ以後の勘定の際は除いて行けばよいから、かうして測定値を出すのはそれほど面倒ではない。

$$P_{1.0} = 0.00486$$

従つて $P_{1.0-0.5} = 0.00486 - 0.00124 = 0.00362$

以下同様にして $P_{1.00-2.00}$, $P_{2.00}$ 以上を求め総測定数56280に乗じて予測度数を計算し、実測度数と比較した結果は、上表のように非常によく一致してゐる。

なほ試みに上記框を $(1.25\text{cm})^2$ の

第19表

小區劃に分け、雨滴跡が0, 1, 2, ...と見出されたそれぞれの區劃数を表示すると第19表のようになった。この分布は機会的であれば Poisson の分布をするはずであるから

框内個数	予測度数 (F)	実測度数 (f)	$\frac{(f-F)^2}{F}$
0	172.7	169	0.08
1	145.1	148	0.06
2	60.9	63	0.07
3以上	21.3	20	0.08
計	400.0	400	$0.29 = \chi^2$

$$D.F. = 2, \quad 0.8 < \alpha < 0.9$$

$$F(k) = Ne^{-m} \frac{m^k}{k!} \quad (4.2)$$

但し、 $F(k)$ = 予測度数

$$N = \text{框数} = 400$$

$$m = \frac{N_0}{N} = \frac{336}{400} = 0.84$$

k = 框内雨滴数

として予測度数 $F(k)$ を算出して、上記の実測度数と比較した結果も、 χ^2 の α の値 0.80 ~ 0.90 (自由度 = 2) で有意なる差は認められない。すなはち、どちらの方法によつても、この雨滴跡の分布は機会的であるといふことができる。

なほ框が正方形でなく矩形の場合は、間隔法による確率の式は次の通りとなる

$$P = \frac{a^2}{l_1^2 l_2^2} \left\{ \pi l_1 l_2 - \frac{4}{3} a(l_1 + l_2) + \frac{1}{2} a^2 \right\} \quad (4.3)$$

(但し l_1, l_2 はそれぞれの辺の長さ、 $l_1 \geq l_2 \geq 2a$)

第20表

この式を用ひ、Ca池の資料の一部について計算すると、右表のように、やはり集中性を示してゐる。この池では、隅にかたま

分布間隔	IV - 12		IV - 16	
	実測数	予測数	実測数	予測数
0 ~ 0.5m	17	3.0	5	2.2
0.5 ~ 1.0	8	7.8	7	5.7
1.0 以上	66	80.2	54	58.1
個体数	14		12	

つた小集団があつたため、0.5%以下の間隔数が、予測数よりも多くなつてゐるのである。なほそれら予測数、実測数の差の有意性の検定については、稿を改めて別にのべることにする。

5° 新出数, 消失数の計算値の吟味 (第一部 99頁)

第一部では集団員の交代状況を知るために比例計算によつて、集団内の新出数, 消失数を計算したが、これら比例計算による新出, 消失数の算出の際の誤差は、標識個体の絶対数が小さければ小さいだけ、また大きくなる。従つて、前記の各池毎の新出, 消失数の計算値は、標識個体数が比較的少ないため、どの程度に信用してよいかが問題となるであらう。

今ある時ある池の標識個体数を m 、その次の観察時まで消失した標

	残存数	消失数	計	識個体数を d 、はじめの時の無標識個体数を C 、その次までに消失した無標識個体数を x とし、左の四分表をつくれば、
標 識	$m-d$	d	T_m	$\chi^2 = \frac{\{(m-d)x - d(C-x)\}^2 T}{T_1 T_2 T_m T_c} \quad (5.1)$
無標識	$C-x$	x	T_c	
計	T_1	T_2	T	

尤も今の場合には各組の度数が比較的小さいため、Yatesの補正を加へて

$$\chi^2 = \frac{\{(m-d)x - d(C-x) \pm \frac{T}{2}\}^2 T}{T_1 T_2 T_m T_c} \quad (5.2)$$

とし、¹⁾有意水準 $\alpha = 0.01$ とした時の χ^2 の値6.64(自由度=1)を用ひて

$$\frac{\{(m-d)x - d(C-x) \pm \frac{T}{2}\}^2 T}{T_1 T_2 T_m T_c} \leq 6.64 \quad (5.3)$$

と置けば、この不等式を解いて得られる x の値の範囲外に消失無標識個体数が存在する確率は、ほぼ0.01以下である。すなはち危険率を1%とした時の消失無標識個体数の棄却限界がこの x の値によつて近似的に示される(増山元三郎、少数例の纏め方と実験計画の立て方、増訂版 28頁, 131頁参照)。従つて、ある日の全消失個体数の棄却限界は、

1) 括弧の中の符号は χ^2 の値が小さくなるように定める。

$$\text{下限} = d + x_1, \text{ 上限} = d + x_2$$

(但し、 x_1, x_2 はそれぞれ x

の値の下限及び上限とする)

となり、またその次の観察時の
総個体数を n_{II} とすれば、新出
数の棄却限界は

$$\text{下限} = n_{II} - \{m + C - (d + x_2)\},$$

$$\text{上限} = n_{II} - \{m + C - (d + x_1)\}$$

となる。実際の消失及び新出数
はこれら上下両限の間にあると、
2%以下の危険率を以ていふこ
とができる。

以上の方法によつて、各池に
ついてのそれぞれの日の新出数、
消失数の棄却限界を求め、4日
毎に合計し、水面面積で割つて
密度に換算して表示すると第
21表の通りになつた。¹⁾

第21表をもとにし、密度、新
出数のそれぞれの値に對する消
失数の平均値を求め、相関表を
つくると第22表の通りとなる。

1) B_d池だけは既述のように條
件を異にしてをり、他の池と同
じように取扱ふわけに行かない
ので、ここでは省くことにした。

表 21

期 間	A _a			B _a			C _a			C _b			C _c		
	平均密度	新出数 (1m ² 當)	消失数 (1m ² 當)	平均密度	新出数 (1m ² 當)	消失数 (1m ² 當)	平均密度	新出数 (1m ² 當)	消失数 (1m ² 當)	平均密度	新出数 (1m ² 當)	消失数 (1m ² 當)	平均密度	新出数 (1m ² 當)	消失数 (1m ² 當)
III-28-31	2.6	0.4	0.4	0.4	0.3	0~0.3	0	0	0	1.9	0.3~1.0	0.2~1.3	1.9	1.3~2.1	0.4~1.2
IV-1~4	1.9	0~0.6	0~0.2	0.5	0.1~0.4	0.1~0.6	0.1	0~0.0	0.1~0.1	1.4	0.9~1.3	0.7~1.2	2.4	1.1~2.1	0~1.3
5~8	2.0	0~0.6	0~0.6	0.5	0.3~0.6	0.3~0.5	0.1	0.2~0.3	0.2~0.2	1.5	0.7~0.6	0.1~0.5	3.4	0.5~0.9	0~0.9
9~12	2.4	2.4~2.8	0.8~1.2	1.3	2.6~3.7	0.5~1.6	0.6	1.0~1.7	0.5~1.2	2.5	2.7~4.0	1.1~2.4	3.4	1.3~2.1	1.5~2.0
13~16	4.1	2.0~4.0	1.2~3.2	1.2	0	0.3~2.3	0.7	0~0.5	0.1~0.7	2.5	0.8~1.8	1.7~2.7	3.5	1.5~1.9	1.1~1.5
17~20	4.2	0~2.0	0.4~2.2	0.4	0.1~0.2	0~0.2	0.6	0.1~0.3	0.1~0.3	2.5	0.4~1.3	0.1~1.1	2.8	0.5~0.9	1.2~1.7

第 2 2 表

新出数 (1m ² 当り) 平均密度	0~2.0	2.0~4.0
0~1.0	0.16~0.46	—
1.0~2.0	0.28~1.12	0.50~1.60
2.0~3.0	0.57~1.30	0.95~1.80
3.0以上	0.78~1.65	1.20~3.20

すなはち、第一部第22圖に示したのと同じく、密度、新出数の値の高い場合に、消失数もまた多いといふ傾向をうかがふことができる。

なほこれら棄却限界は危険率1%として求めたものであるから、もし危険率を5%とすれば、上下両限の間の幅はもつと狭くなり、上記の傾向はもつと明瞭となるであらう。

6. その他

(1) 複合同位社会

第一部第2章で用いた同位複合社会といふ言葉は、今西錦司氏(生物の世界76~140頁)に従ったものであるが、同氏は最近この言葉を「複合同位社会」に改めた(今西、生物社会の論理、昭和24年、118頁)。重複した同位社会といふ内容からいへば、同氏の訂正通り後者の方がより適當と考えられるので、本篇で私の用いた同位複合社会も、複合同位社会に訂正する。同氏は更に複合同位社会の概念を整理し、類縁的な大きなギヤツプのある社会、たとえば哺乳類社会と昆虫類社会のちがひは、單なる階級のちがひではなく、両者は全然異なる生活形社会に属するものであり、したがって同一の複合同位社会を構成しないものとし、更に進んで社会水準なる概念まで導入することによって、前の著書(生物の世界)で比較的漠然と取扱はれてゐた複合同位社会¹⁾の内容を明確にすることと共に、理論の著しい発展と体系の整備とを試みた。形式社会学的傾向の強い今西氏の体系には、なほ検討の余地が多いとはいへ、現在の生物社会学においてはやはり最も独創

1) この点は第一部第2章で既に指摘した。

的なすぐれた一つの体系であるといはなければならない。

(2) 重複的棲み分けと順位ある同位社会

私の名づけた重複的棲み分け(第一部第2章参照)に近い内容をもつものとして、今西氏は順位のある同位社会といふ言葉を新らしく用いた(今西、生物社会の論理、131頁)。同氏によれば、草本社会の種同士の間においては、好適環境ではそれぞれの定着の確率に従って優占の順位が定まる。立地条件が悪化すれば、脱落者があらはれて逆に今までの少数者でも優占種となる、かくて環境条件の相違に従って、いくつかの異なつた優占種による棲み分けが見られる。これらは草本社会が順位のある同位社会の複合よりなることをあらはすものであり、同様な複合構造は、木本社会においても認められるといふのである。しかしアメンボ社会の場合には、池の縁辺部におけるナミアメンボ数の多少は、その場所のヒメアメンボ数の多少に關係し、両者は更にその近傍に存在する他の池での人口密度に影響されると考へられるから、これらの優占の順位は固定的な「定着の確率」を以てしては理解することができないであらう。更に今西氏の場合は、逆に考へれば、同じ環境条件では^{同じ}優占順位が要求されることになるけれども、アメンボ社会ではかりに同じ環境条件をもつ場所であつても、近傍の密度状態が異なれば、優占の順位もまたちがつてくる場合も生ずるであらう。これらは結局重複的棲み分けの重複部分は、今西氏の考へる複合構造のような予め環境条件で優劣を定められた種の單なる重なり合ひといったものではなく、それら相互の密度關係を通じての集団圧力により、優占順位もまた変化する重複であることを示すものといふことができよう。植物と動物のちがひや取扱ふ地域の大きさによるちがひはあるとしても、重複必ずしも非對立のみを示すものではなく、對立必ずしも明瞭單純な棲み分けとしてのみあらはれるものでないことは、充分注意してよいことと思はれる。今西氏の順位ある同位社会の場合は「もちろん彼らが同位社会として存在する以上、そこにはなんらかの形において、對立といふことも含まれていなければならない」(生物社会の論理135頁)

と述べながら「しかし――」として以下その對立はそれ以上内容的に取り上げられることなく、そのまま見捨てられてしまつてゐるのは遺憾である。何故ならば「同位社会として存在する以上は、對立ということも含まれていなければならぬ」といふよりは、むしろそれらの種が「相對立し相補う」立場にあることが充分認められたればこそ、今西氏もこれを同位社会として取扱つたといふのが實際の順序であつたはずであるから、もしもその對立相補的立場を、
、生かして考へれば、順位ある同位社会的現象も実は今西氏の説明よりも、むしろ重複的棲み分け的内容のものとして理解されるのではないかと思はれるからである。

京都市左京區北白川小倉町三八
印刷所 夕バ夕膳寫堂
電話(呼)吉田(7)3434番